



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ**

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

**ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE**

INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

**NÁVRH SKLADU VE STROJÍRENSKÉM PODNIKU**

PROPOSAL WAREHOUSE IN ENGINEERING COMPANY

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

**Michal Švec**

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

**Ing. Marek Štroner, Ph.D.**

**BRNO 2016**

# Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav strojírenské technologie  
Student: **Michal Švec**  
Studijní program: Strojírenství  
Studijní obor: Základy strojního inženýrství  
Vedoucí práce: **Ing. Marek Štroner, Ph.D.**  
Akademický rok: 2015/16

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

## Návrh skladu ve strojírenském podniku

### Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Provést rozbor a inventarizaci manipulačních prostředků ve skladě. Na základě tohoto rozboru řešit dispozici vlastního skladu pro navrhovanou součást. V případě volné kapacity řešit variantní řešení a technicko ekonomické zhodnocení.

### Cíle bakalářské práce:

1. Úvod do problematiky skladování.
2. Volba manipulační jednotky.
3. Kapacitní propočet skladu.
3. Rozbor a dispoziční variantní řešení skladu.
4. Technicko-ekonomické zhodnocení variant.

### Seznam literatury:

Hlavenka, B. (2005): Projektování výrobních systémů: Technologické projekty I. 3. vyd. Brno, Akademické nakladatelství CERM.

Hlavenka, B. (1990): Manipulace s materiálem (Systémy a prostředky manipulace s materiálem). 1. vyd. Brno, VUT-FSI.

Rumíšek, P. (1991): Technologické projekty. 1.vyd. Brno, VUT-FSI.

Samek, J. (1989): Modely optimálního rozmístění výroby. 1.vyd. Praha, SNTL.

Zelenka, A. (2007): Projektování výrobních procesů a systémů. 1. vyd. Praha, ČVUT.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2015/16

V Brně, dne

L. S.

---

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.  
ředitel ústavu

---

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.  
děkan fakulty

## **ABSTRAKT**

Cílem této práce je návrh skladu ve strojírenském podniku se zaměřením na zpracování plechů. V první části práce je věnována pozornost rešeršní studii o problematice skladování, logistických technologiích a o manipulaci a způsobech skladování plechových tabulí. Druhá část práce obsahuje vlastní návrh skladu za daných podmínek, technické zhodnocení navržených variant a ekonomickou studii návratnosti investice do jeřábové techniky. Návrh skladu je doplněn o výkresovou dokumentaci tří variant řešení.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Sklad, logistika, plech, jeřáb, manipulace

## **ABSTRACT**

The aim of this thesis is a suggestion of warehouse in engineering factory that occurs with processing of metal plates. First part of thesis is focused to studies about storage of the goods, logistic technology and to manipulation and ways how to storage metal plates. The second part contains of suggestion of storage in given conditions, technological evaluation of suggested variants and economical studies of payback period of investition to crane technology. The suggestion of the storage is completed with drawing documentation three variants of solutions.

## **KEY WORDS**

Warehouse, logistics, sheet metal, crane, manipulation

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

ŠVEC, Michal. *Návrh skladu ve strojírenském podniku*. Brno, 2016. 39s, 3 výkresy, 3 přílohy, CD. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství. Ústav strojírenské technologie, Odbor technologie tváření kovů a plastů. Vedoucí práce Ing. Marek Štroner, Ph.D.

### **ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ**

Tímto prohlašuji, že předkládanou bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně, s využitím uvedené literatury a podkladů, na základě konzultací a pod vedením vedoucího bakalářské práce.

V Brně dne 27. 5. 2016

.....  
Podpis

## **PODĚKOVÁNÍ**

Děkuji panu Ing. Marku Štronerovi, Ph.D. za vstřícnost, cenné rady a připomínky týkající se zpracování bakalářské práce.

Děkuji i Ing. Romanu Číhalovi a společnosti ZAPE Opatovice za možnost nahlédnout do výrobního procesu a za poskytnutí potřebných údajů.

Rád bych také poděkoval rodině za nesmírnou podporu při studiu.

## **OBSAH**

Abstrakt

Bibliografická citace

Čestné prohlášení

Poděkování

Obsah

Úvod.....	11
1 Problematika skladování .....	12
1.1 Funkce skladů .....	12
1.2 Druhy skladů .....	13
1.3 Logistické metody .....	15
1.4 Problematika zásob.....	19
1.5 Manipulace s materiálem.....	24
1.6 Skladování plechů .....	26
2 Návrh a kapacitní propočet skladu .....	28
2.1 Hrubý propočet .....	29
2.2 Varianta A – manipulace VZV .....	33
2.3 Varianta B – manipulace mostovým jeřábem .....	34
3 Technické a ekonomické zhodnocení .....	36
3.1 Technické zhodnocení .....	36
3.2 Ekonomické zhodnocení.....	37
4 Závěr.....	39

Seznam použitých zdrojů

Seznam použitých symbolů a zkratek

Seznam obrázků

Seznam tabulek

Seznam příloh



## Úvod [1], [2]

Skladování je nedílnou součástí každého podniku. Nezáleží na tom, zda podnik vyrábí vlastní produkty, případně pouze prodává či skladuje hotové výrobky, polotovary nebo surový materiál čekající na zpracování. Téměř vždy jsou v uskladněných jednotkách vázány finanční prostředky, které mohly být vhodně využity pro rozvoj podniku. To si ostatně lidé uvědomili již v minulém století a od té doby dali vzniknout nespočtu skladovacím technologiím, z nichž se některé bez výraznějších změn používají dodnes.

Pro finančně zdravé fungování podniku je důležité udržovat optimální velikost zásob. Správnou optimalizací skladového hospodaření, výroby a distribuce je schopen podnik získat důležitý náskok před konkurencí.

Stejně, jako skladovací a logistické technologie a systémy, musely projít vývojem i sklady. V současnosti musí plnit mnohem komplexnější funkce, než tomu bylo v minulosti. Ruku v ruce kráčí se skladováním i způsoby manipulace s materiálem. Do popředí se dostávají automatizované skladové a výrobní linky, které v budoucnosti nahradí velkou část lidské práce. Se zrychlující dobou a zvyšujícími se nároky, je kladen důraz na co nejjednodušší manipulaci, eliminaci všech ztrátových úkonů a co nejefektivnější využívání volného prostoru a času.

A tak je to správně, neboť jen díky neustále zvyšujícím se nárokům se posouváme stále kupředu.

# 1 PROBLEMATIKA SKLADOVÁNÍ [1], [2], [3], [4]

Skladování je proces uložení dané jednotky na předem zvolené místo na určitý časový úsek. Jedná se o nedílnou součást výroby a distribuce, přímo spojenou s logistikou, neboť v uložených zásobách jsou vázané finanční prostředky, negenerující společnosti žádnou hodnotu. I přesto jsou sklady nepostradatelnou součástí výrobního procesu, protože zajišťují mnoho funkcí.

Správné skladování musí splňovat několik základních požadavků – musí být rychlé, dobře organizované a evidované. Umístění skladu vyžaduje strategickou polohu s mj. dobrou dopravní dostupností.

## 1.1 Funkce skladů [1], [2]

Jelikož jsou na skladování kladeny stále větší požadavky, je nutné, aby byly funkce skladů komplexnější, než tomu bylo v minulosti. Dle základních funkcí se sklady dělí do tří skupin, které zahrnují:

### a) přesun produktů:

- Příjem – zahrnuje vyložení zboží, vybalení, kontrolu dokumentace a jakosti, aktualizaci záznamů.
- Transfer (ukládání) – obsahuje přesun produktů do skladu a jejich uskladnění.
- Kompletace dle objednávek – obsahuje přeskupování produktů dle požadavků zákazníka.
- Překládka (Cross-docking) – přemístění produktů z místa příjmu do místa expedice. Neprobíhá proces uskladnění. V USA oblíbené při distribuci potravin.
- Expedice (odeslání) – skládá se ze zabalení produktů, jejich přesunu do přepravního prostředku, kontroly objednávek a aktualizace skladových údajů.

### b) uskladnění produktů:

- Přechodné – uskladnění zboží nezbytného pro doplňování základních zásob.
- Časově omezené – uskladnění nadměrných, tzv. nárazníkových, zásob z důvodů sezonní či kolísavé poptávky, spekulativních nákupů nebo nákupů do zásoby.

### c) přenos informací:

- Přenos informací je úzce spojen s monitoringem stavu a umístění zásob, vstupních a výstupních dodávek, stavu zboží v pohybu, využití skladových prostor. Týká se také zákazníků a personálu. Nedílnou součástí přenosu informací jsou informační systémy založené na elektronické výměně dat a automatické identifikaci (zejména na technologii čárových kódů).

Mezi hlavní funkce skladu dále patří:

- Vyrovnávací – při vzájemně odlišném materiálovém toku a spotřebě zabezpečuje soulad mezi činnostmi podniku.
- Zabezpečovací – chrání před nepředvídatelnými riziky během výrobního procesu, kolísavými potřebami na trzích a problémy s dodávkami zásob.
- Zušlechťovací – spočívá v jakostní změně uskladněného sortimentu (např. kvašení, zrání, sušení). Jde o tzv. produktivní sklady spojené s výrobním procesem.
- Kompletační – tvorba sortimentu podle individuálních potřeb provozů v podnicích.
- Spekulativní – spočívá v očekávaném zvýšení cen uskladněného materiálu na zásobovacích a odbytových trzích.

## 1.2 Druhy skladů [2], [3], [4]

V závislosti na skladovaném materiálu se liší způsob skladování i typ skladu, do kterého je materiál uskladněn. I přes to, že sklady nejčastěji odpovídají specifickým požadavkům konkrétních podniků, se dají rozdělit do mnoha skupin podle celé řady kritérií:

### a) Dle funkce v zásobovacím systému:

- Centrální – sklad hotových výrobků.
- Obchodní – slouží ke skladování a změně sortimentu. Je charakteristický velkým počtem dodavatelů i odběratelů.
- Expediční – sklad pro přípravu výrobků k expedici.
- Tranzitní – sklad sloužící k příjmu, rozdělení a naložení zboží na dopravní prostředek k další přepravě. Tranzitní sklady se nejčastěji nacházejí na místech velké překládky jako přístaviště, železnice, aj.
- Zásobovací – slouží k zásobování výroby potřebným materiálem.
- Sklad nedokončené výroby, polotovarů.
- Konsignační – sklad zřízený odběratelem u dodavatele. Zboží je skladováno u dodavatele na jeho účet a riziko, je odebíráno odběratelem dle potřeby a je placeno v daném časovém odstupu.

### b) Dle konstrukce:

- Etážové – sklady s rozloženou skladovací plochou do 2 a více podlaží.
- Výškové – jednopodlažní uzavřené sklady s výškou nad 12 metrů.
- Halové – jednopodlažní uzavřené sklady s výškou 5–12 metrů.
- Uzavřené – sklady se všemi obvodovými stěnami.
- Kryté – zastřešené objekty s 1–3 stěnami, tzv. přístřešky.
- Otevřené – skladování na tzv. složištích – volně, na předurčených plochách.

### c) Dle stupně mechanizace:

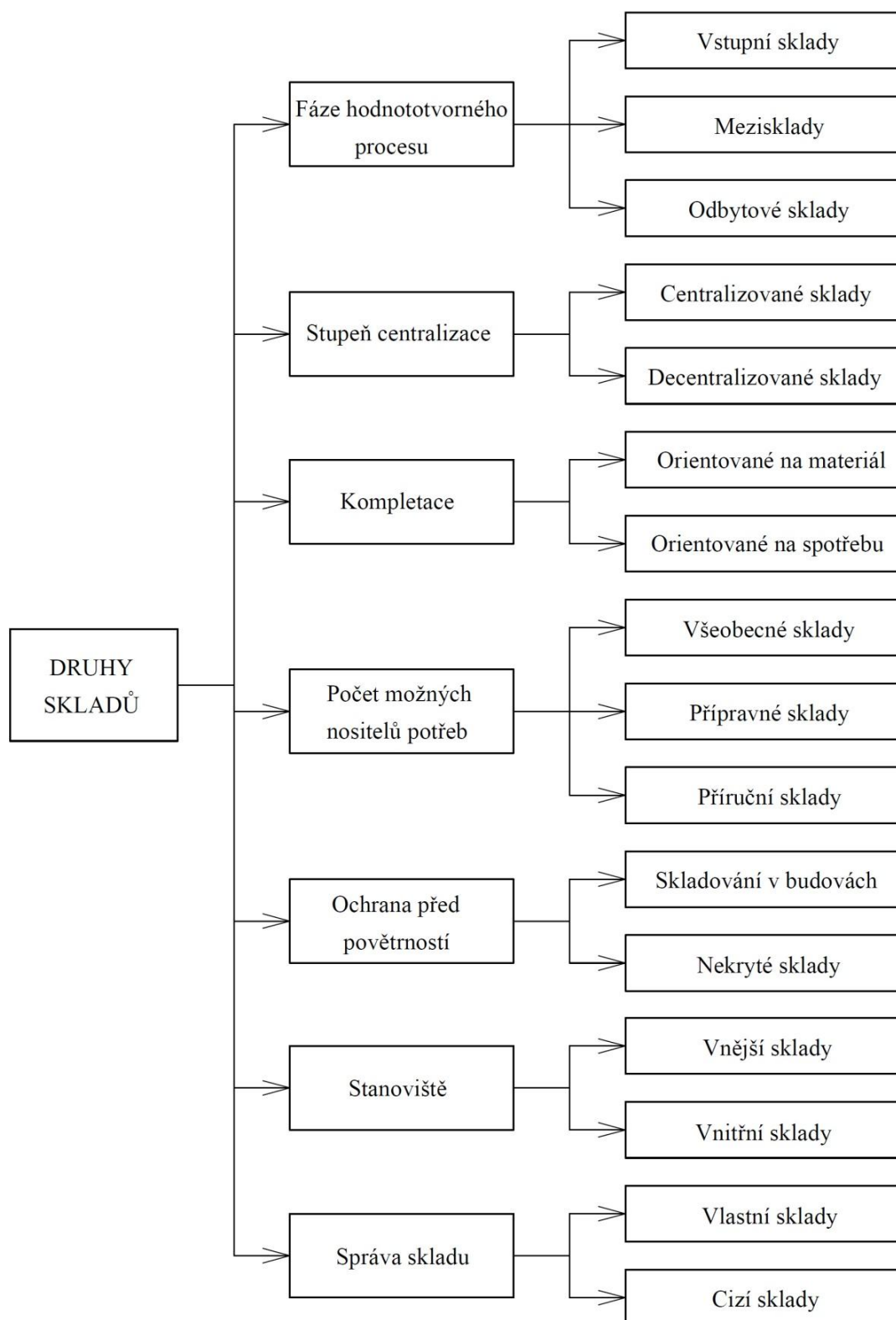
- Plně automatizované – manipulace s materiálem je plně automatizovaná.
- Automatizované – sklad se zajištěným automatickým pohybem zboží, nejčastěji ukládání jednotek na předem určené místo a jejich dopravu pro expedici.
- Vysoce mechanizované – sklad s progresivní technologií a prvky automatizace, nicméně u příjmu, skladování a vyskladňování je nezbytná práce člověka.
- Mechanizované – k manipulaci s materiálem se z části využívají strojní zařízení.
- Ruční – manipulace s materiálem probíhá ručně.

Stupeň mechanizace skladu závisí mj. na charakteru dodávek, investičních a provozních nákladech, rozměrech zboží, aj. Jako ekonomicky nejefektivnější se prokázaly vysoce mechanizované sklady, neboť spojují všechny efektivní zásady vedení skladů.

### d) Dle průtoku:

- Průtokové – pohyb zboží probíhá od příjmu po vyskladnění jedním směrem, ve směru přímky, nebo odbočuje do pravého úhlu. Jednotlivé činnosti příjmu a vyskladnění se vzájemně neruší.
- Hlavové – příjem i vyskladnění zboží jsou na jedné straně, tudíž dochází ke křížení cest. Využití se nachází u malých skladů, kde je riziko křížení minimální.

Jedno z nejrozsáhlejších dělení – dle jednotlivých druhů skladů – ilustruje obr. 1.



Obr. 1 Základní dělení jednotlivých druhů skladů [4]

### 1.3 Logistické metody [2]

Jednou z cest, jak operovat s co nejnižšími náklady, je zaměření se na uspořádání jednotlivých operací tak, aby logicky navazovaly a optimálně fungovaly při dosažení nejvyšší úrovně poskytovaných služeb. S rozvojem logistiky ve světě vzniklo nespočet metod a systémů, které se neustále vyvíjí. Mezi nejznámější, časem a praxí prověřené metody se řadí:

#### 1.3.1 Kanban [2], [5], [6]

Bezzásobová technologie vyvinutá japonskou firmou Toyota Motors v období 50. a 60. let minulého století. V současnosti rozšířená ve strojírenských podnicích převážně v automobilovém průmyslu nebo tam, kde dochází k velkosériové výrobě bez změn požadavků na finální výrobu. Metoda vychází z 6 principů:

- Fungování tzv. samořídících regulačních okruhů – dvojice článků, dodavatel a odběratel, jsou vzájemně propojeni na základě „pull principu”<sup>1</sup>.
- Objednací množství je obsah jednoho přepravního prostředku, případně jeho násobku, plně naplněného konstantním množstvím materiálu.
- Dodavatel ručí za kvalitu a odběratel je povinný dodávku převzít.
- Kapacity dodavatele a odběratele jsou vyvážené, jejich činnosti jsou synchronní.
- Spotřeba materiálu je vyvážená, bez výkyvů a změn.
- Dodavatel ani odběratel nevytváří zásoby.

Toky zboží a informací probíhají v následujícím sledu:

- Odběratel dodá prázdný dopravní prostředek se štítkem s údaji k dodavateli, který slouží zároveň jako objednávka, což je podnětem ke startu výroby poptávaného zboží.
- Přepravní prostředek je naplněn smluveným počtem kusů, označen štítkem a odeslán zpět odběrateli.
- Odběratel je povinen převzít a zkontrolovat dodávku materiálu.

Kanban karta obsahuje z pravidla název a číselný kód materiálu, jeho popis, identifikační číslo průvodky, název dodavatele i odběratele – viz obr. 2. Je žádoucí rozlišovat karty barvami kvůli lepší orientaci.

Dodavatel TTESA Kód dodavatele <b>Q001.0</b>	YK číslo <b>YK511-90015</b>	Sklad <b>CG</b>
Poradové číslo kanbanu <b>P001</b>	Místo uskladnění <b>A-01-01-0C-03</b>	Typ kanbanu <b>SKLADOVÝ</b>
Měrná jednotka <b>KG</b>	Popis <b>SVARECSKA ELEKTRODA</b>	Nákladové středisko
Lead Time <b>50</b>	Specifikace <b>MA-1 3.2MM</b>	Skupina uživatele
Způsob balení	Kód materiálu dodavatele <b>MA-1 3.2MM</b>	Poštovní číslo
Hmotnostní třída <b>1</b>		Lokace uživatele
Objednávkové množství <b>00010</b>		Číslo kontroly nákladů

Obr. 2 Příklad Kanban karty [6]

<sup>1</sup>Pull princip – strategie tahu – je systém dodávek, kdy dodavatel odesílá předem stanovené množství zboží odběrateli v okamžiku, kdy odběratel signalizuje, že je připraven na zpracování. Tato metoda umožňuje plynulý tok materiálu, menší dodávky a významnou redukci zásob, což má za následek nižší náklady v oblasti manipulace s materiálem a jeho uskladnění.

### 1.3.2 Just in Time [2], [7]

Metoda JIT je jedna z nejznámějších logistických technologií. Vznikla podobně jako metoda Kanban v Japonsku a USA v 80. letech 20. století. Velmi jednoduše by se dalo říct, že se jedná o její rozšířenou verzi, neboť taktéž propojuje nákup a výrobu s logistikou. Základní myšlenkou metody je „dostat správné výrobky na správné místo ve správnou dobu“, při zaměření se na eliminaci ztrát a činností, které nepřidávají žádnou hodnotu, v rámci celého dodavatelského řetězce a ve všech fázích výrobního procesu. Metoda je vhodná v odvětvích, ve kterých je stabilní poptávka a kde má odběratel dominantní postavení, např. v automobilovém, elektrotechnickém a strojírenském průmyslu.

Právě proto, že se technologie dotýká od dodavatelů, přes distributory, po odběratele, je zavádění a projekce velmi náročná a závislá na důsledně promyšlených opatřeních. Aby bylo možné úspěšně provozovat metodu JIT, je nutné splnit tyto předpoklady:

- Odběratel je dominantním článkem řetězce, jemuž se veškeré činnosti a potřeby přizpůsobují.
- Dodavatel musí být kvalitní a spolehlivý – jsou na něj kladeny extrémní nároky pod hrozbou smluvních pokut.
- Náklady na přepravu nesmí být vyšší než úspory z omezení skladování zásob.
- Dopravní infrastruktura musí být na vysoké úrovni, aby nedocházelo k problémům s dodávkami zboží.
- Mezi všemi spolupracujícími společnostmi musí probíhat bezproblémová komunikace a informační systém pro poskytování podkladů všech procesů.

Dodavatel, jakožto veledůležitý článek řetězce zajišťující vážné požadavky odběratele, má na výběr ze dvou strategií dodávek a výroby:

- Synchronizační – výroba a dodávky jsou v přesně požadovaném množství v daných intervalech, což má za následek snížení nákladů na skladování, nicméně zvýšení výdajů na výrobu menších dávek a jejich častější přepravu.
- Emancipační – spočívá ve vyrobení několika dávek najednou s nižšími náklady, následném uskladnění a zasilání po částech o určitém počtu v předem dohodnutých intervalech. To má příznivý vliv na výdaje spojené s výrobou a na schopnost reagovat na výkyvy poptávky odběratele. Nicméně dodavateli vznikají výdaje na skladování výrobků.

Každá změna s sebou přináší možná rizika a představuje složitý a dlouhodobý proces, v jehož průběhu jsou žádoucí přínosy a kladné dopady. U systému JIT přínosy jsou:

- Razantní snížení zásob jak ve výrobě, tak hotových produktů.
- Výrazná redukce doby toku materiálu.
- Snížení plochy potřebné pro průběh výroby.

Za jistých okolností mohou nastat i přínosy ve formě zlepšení produktivity, úrovně řízení výroby a obrátky zásob. Souhrn pozitivních dopadů po zavedení JIT ve strojírenském, automobilovém a elektronickém průmyslu je shrnut v tabulce 1.

Přestože metoda JIT nabízí mnoho pozitivních řešení a přínosů, musí se brát ohled i na nevýhody. Z pohledu běžných obyvatel jimi jsou podíl na zvýšení dopravy a zaplnění komunikací nákladními a dodávkovými vozy, což je úzce spojeno se zhoršující se kvalitou vzduchu ve městech i zvýšením hluku.

Tab. 1 Přínosy technologie JIT [2].

<b>Činnost</b>	<b>Zlepšení</b>
<b>Zvýšení produktivity</b>	20–50 %
<b>Snížení nákupních cen</b>	až 10 %
<b>Snížení výrobních zásob</b>	50–100 %
<b>Snížení zásob hotových výrobků</b>	až 95 %
<b>Snížení množství odpadů</b>	až 30%
<b>Zkrácení doby potřebné na manipulaci a přepravu</b>	50–90 %
<b>Redukce obslužných procesů</b>	35–85 %
<b>Úspora výrobních a skladových ploch</b>	40–80 %
<b>Zlepšení kvality</b>	až 55 %

Problémy výrobních firem a distributorů se dají rozdělit do tří kategorií:

- Výrobní plánování závodu – snížení zásob na nejnižší možnou úroveň má za následek horší reakční schopnosti podniku na výkyvy výroby. Odběratel musí dát dodavateli k dispozici dlouhodobé fixní plány výroby.
- Výrobní plány dodavatelů – menší a častější dodávky mají vliv na objednáci náklady. Je důležité je brát v úvahu při kalkulaci úspor ze snížených zásob.
- Geografická poloha dodavatelů – s rostoucí vzdáleností dodavatele se zvyšuje množství vnějších vlivů i kolísavost a nepředvídatelnost dodacích intervalů. Zvyšují se taktéž náklady na přepravu.

Dalšími překážkami, které se mohou projevit až v průběhu, mohou být zaměstnanci a jejich postoj vůči změnám, špatná podpora podnikových systémů, nedostatečné plánování, přesunutí skladovacích problémů na distributora, neschopnost definovat úroveň požadovaného servisu a špatná spolupráce ze strany dodavatele – nejčastěji kvůli rozdílným představám o filosofii výroby.

Prokazuje-li dodavatel dlouhodobě vysoký stupeň kvality a spolehlivosti, zpravidla dochází k jeho certifikaci. Ta má za následek zrušení vstupních kontrol výrobků, což vede k dalšímu zrychlení celého procesu a šetření prostředků.

### 1.3.3 Quick Response (QR) [2]

QR je technologie, v USA používaná od 80. let minulého století, zaměřená na řetězce spotřebního zboží. Dá se říct, že jde o technologii JIT uplatňovanou v celém řetězci od dodavatele materiálu výrobcí po konečného spotřebitele. Každý článek řetězce sdílí jak informace o prodeji, objednávkách, tak i zásobách s ostatními články, přičemž vztahy v řetězci musí být vícestranné. Předpokladem technologie je používání automatické identifikace (čárových, QR kódů) a elektronické výměny dat (EDI). Principem je sledování prodeje výrobků a předávání těchto informací zpět všem článkům řetězce.

Metoda má za následek zrychlení toku informací, kontrolu zásob a jejich redukci, snížení potřeby manipulace se zbožím. Dále také růst prodejní plochy na úkor skladu, zkrácení doby odezvy a nárůst zisků prostřednictvím snižování výdajů na zásoby, manipulaci a uskladnění zboží.

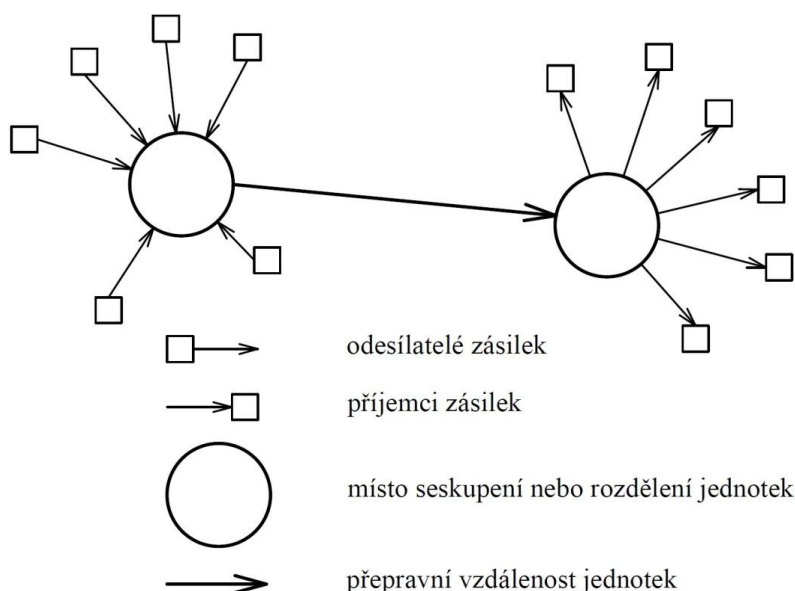
### 1.3.4 Efficient Consumer Response [2]

ECR je technologie vycházející z Quick Response, vzniknuvší v 90. letech minulého století také v USA, propojující řetězec od dodavatelů po maloobchod, se snahou plnit touhy a požadavky zákazníků. Předpokladem technologie je, stejně jako u Quick Response, používání automatické identifikace, elektronické výměny dat a elektronického převodu peněz. Je založena na 4 strategiích:

- Strategie řízení logistických řetězců směřující k ustálení toků s co nejmenšími zásobami zboží.
- Strategie rozřídění sortimentu do skupin.
- Strategie zavedení nového zboží na trh.
- Promoční strategie – soustředění se na ty promoce, které mají za následek největší zisk.

### 1.3.5 Hub and Spoke [2], [8]

Technologie založená na seskupení drobných zásilek do větších přepravních jednotek, které jsou po transportu opět rozděleny na jednotlivé, dále přepravované, zásilky. Princip metody popisuje obr. 3.



Obr. 3 Princip technologie Hub and Spoke [2]

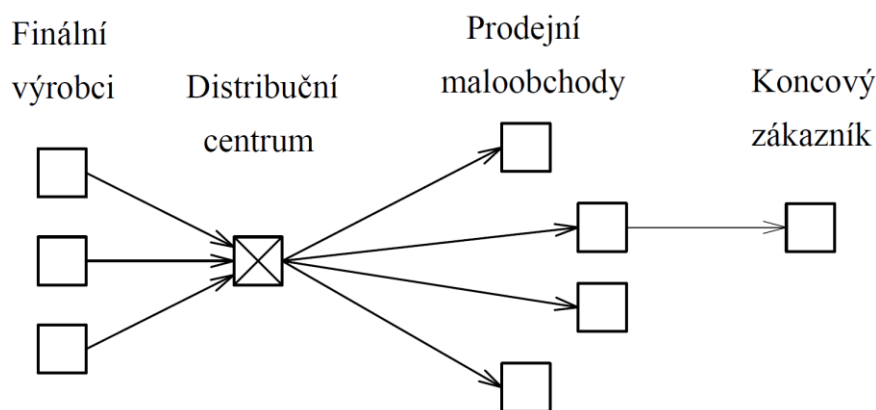
Průkopníkem a největším propagátorem metody byly již v roce 1955 aerolinie Delta Air Lines. Ovšem k největšímu rozvoji metody došlo v 70. letech, kdy ji začala používat přepravní firma FedEx napříč Spojenými státy.

Metoda Hub and Spoke má za následek snížení nákladů na přepravu a její používání vede k úbytku dopravních prostředků na komunikacích. Nicméně je výhodná pouze na dlouhé vzdálenosti.



### 1.3.6 Cross–Docking [2], [9], [10]

Cross–Docking je technologie původem z USA s počátky ve 30. letech 20. století, založená na překládce zboží dodavatelů v distribučních centrech a následném transportu do maloobchodních sítí v požadovaném množství a složení. Princip metody je zobrazen na obr. 4. Její největší rozmach nastal v 80. letech, kdy ji začal používat obchodní řetězec Wal-Mart, v současnosti největší nadnárodní korporace na světě dle obratu a objemu zobchodovaného zboží, k zásobování svých poboček napříč Spojenými státy.



Obr. 4 Schéma toku materiálu v systému Cross–Docking [2]

Pro použití Cross–Docking metody je vhodné zboží, které:

- by mohlo být skladováním znehodnoceno,
- je vybaveno štítky, cenovkami a dalšími náležitostmi tak, že může dojít rovnou k vybalení a umístění zboží do prodeje,
- je charakterizováno stálým odbytem.

Mezi hlavní výhody Cross–Dockingu patří:

- Nižší náklady na skladování, snížení množství operací a tím i snížení rizika poškození.
- Úspora času a zkrácení dodacích lhůt.
- Úspora za dopravu, což je způsobeno efektivnějším využitím vozidel.

Aby bylo možné čerpat veškeré výhody a Cross–Docking naplno využít, je nutné zajistit:

- Aby mohlo ihned dojít k expedici, musí mít vstupující zboží do distribučního centra předem určené místo doručení.
- Neustálý kontakt a tok informací mezi dodavateli a odběrateli. Odběratel musí být připravený a zásilku převzít.
- Zaručené a spolehlivé dodavatele, kteří dodávají včas a kvalitní zboží ve správném množství. Neboť zpoždění jednoho dodavatele může způsobit zdržení celého řetězce.

## 1.4 Problematika zásob [11], [12]

Velikosti zásob je určitě dobré věnovat část pozornosti, neboť právě v zásobách je vázaný nemalý objem kapitálu, který posléze může chybět nejen při investicích do technologického rozvoje. Kromě vázaného kapitálu podnik trácí také na výdajích spojených se skladováním (provozování skladů – energie, údržba zařízení; mzdové náklady skladníků, případně ostrahy). Optimalizace zásob může pomoci podniku dosáhnout nezanedbatelných úspor, což ale nutně neznamená značnou minimalizaci či absolutní redukci zásob, která by naopak mohla vést k významným ztrátám ohrožujícím existenci podniku, například neschopností pohotově reagovat na zvýšenou poptávku.

Je tedy zřejmé, že velikost zásob by měla být co nejmenší, vzhledem k vázanému kapitálu a nákladům na jejich správu, ale zároveň co nejvyšší vzhledem k výrobní pohotovosti. Oba důvody jsou značně protichůdné, je proto nutné hledat jejich kompromis.

Z funkčního hlediska lze zásoby klasifikovat jako:

- Běžné (obratové) – kryjící spotřebu mezi dvěma po sobě jdoucími dodávkami. Jejich stav kolísá mezi maximální a minimální hodnotou během jednoho dodávkového cyklu, jak je vidět na obrázku 5.
- Pojistné – tlumící náhodné výkyvy jak na straně vstupu, tak na straně výstupu. Náhodnými výkyvy rozumíme např. opoždění dodávky nového materiálu, dodání menšího než předpokládaného množství nového materiálu nebo větší než předpokládaná poptávka zákazníků.
- Pro předzásobení – slouží k vyrovnání předpokládaných výkyvů jak na vstupu, tak na výstupu. Rozdíl od pojistných zásob je v tom, že podnik o výkyvech dopředu ví. Nejčastěji se předzásobují podniky sezónním zbožím a v případě plánovaných odstávek dodavatele. Průběh stavu zásob s předzásobením je ilustrován na obr. 6.
- Vyrovnávací – tlumí výkyvy mezi navzájem navazujícími procesy.
- Strategické (havarijní) – jsou určené k tomu, aby zajistily fungování podniku v krizových okamžicích, ve kterých nedochází k dodávkám nového materiálu. Z pravidla se vytváří jen u položek opravdu klíčových pro fungování podniku.
- Spekulativní – zakoupené z důvodu očekávání zvýšení ceny, případně následného prodeje a tím dosažení dalších zisků.
- Technologické – vznikají tehdy, kdy už je samotný výrobní proces ukončen, ale výrobek ještě nemá vhodnou kvalitu pro prodej zákazníkům. Jako technologické zásoby se nejčastěji označují zrající potraviny, alkohol v potravinářském průmyslu.

Při propočtech zásob se pracuje s průměrnou běžnou (obratovou) zásobou, jejíž velikost je závislá na charakteru dodávek. Dají-li se považovat velikosti jednotlivých dodávek za konstantní, pak platí:

$$\bar{x}_{bi} = \frac{\bar{x}}{2} \quad (1-1)$$

$$\text{kde } \bar{x} = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n x_i \quad (1-2)$$

kde  $\bar{x}$  je velikost běžné dodávky

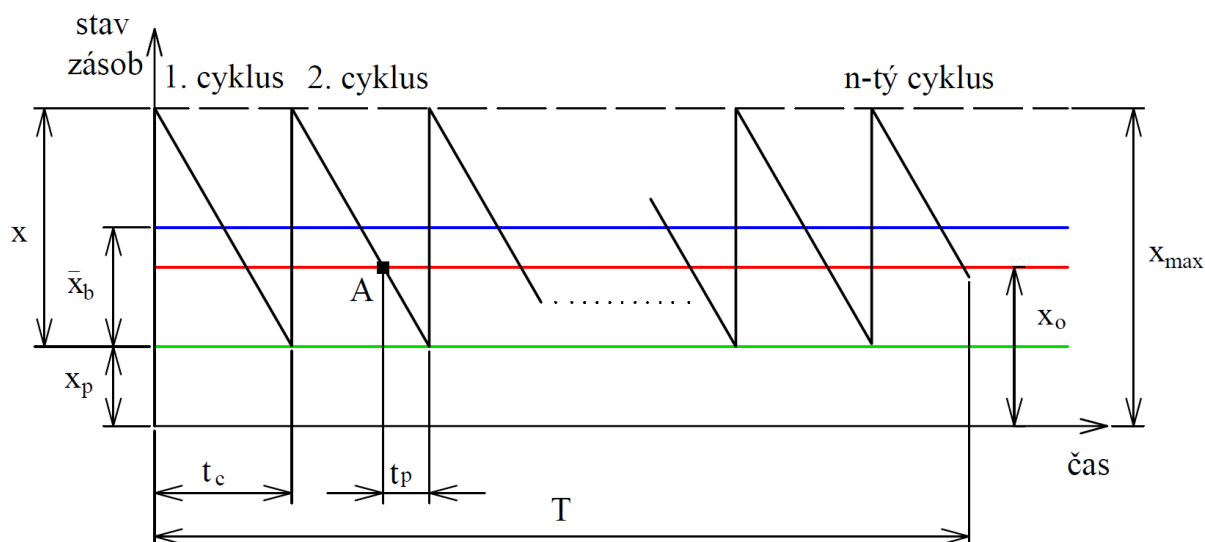
$\bar{x}_{bi}$  je průměrná běžná zásoba

$x_i$  je velikost jednotlivých dodávek

$n$  je počet dodávek v daném období

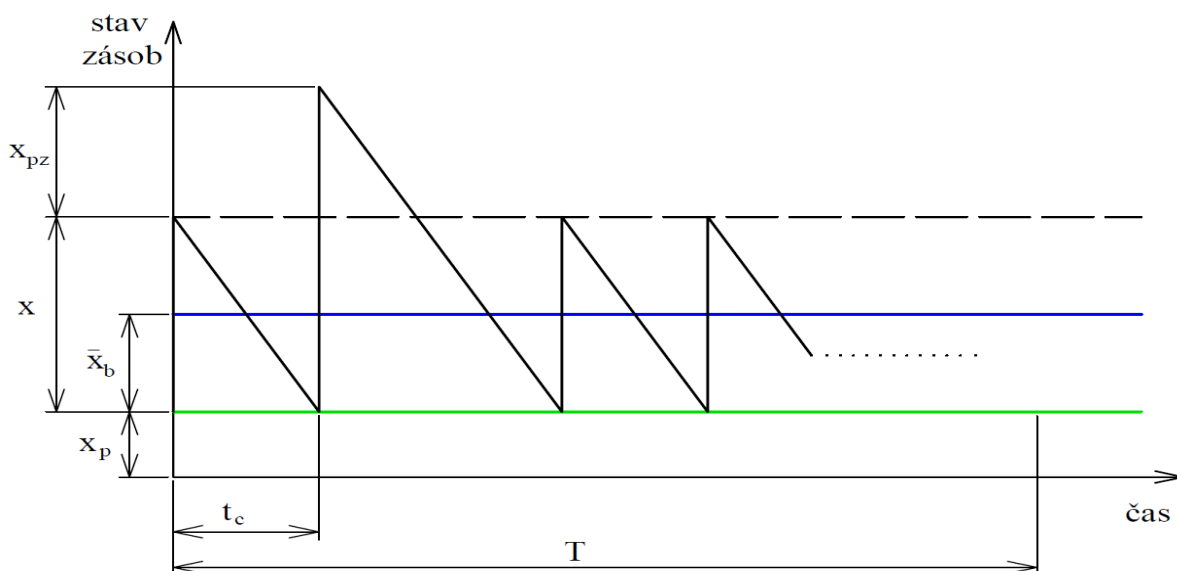
V případě, že velikosti jednotlivých dodávek jsou proměnné, pak se průměrná běžná zásoba stanoví ze vztahu:

$$\bar{x}_{bi} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{2 \times \sum_{i=1}^n x_i} \quad (1-3)$$



Kde:  $A$  je bod objednávky;  $T$  je délka sledovaného období;  $t_c$  je délka dodávkového cyklu;  $t_p$  pořizovací čas;  $x$  je velikost dodávky;  $\bar{x}_b$  je průměrná obrátová zásoba;  $x_{max}$  je maximální zásoby;  $x_o$  je signální stav zásoby a  $x_p$  je pojistná zásoba.

Obr. 5 Průběh stavu zásob v čase [11]



Obr. 6 Průběh stavu zásob v případě předzásobení [11]

#### 1.4.2 Analýza ABC [11], [13]

Jelikož se skladové zásoby podniků sestávají z tisíců položek a každé jedné položce nelze věnovat stejnou pozornost, je vhodné je rozdělit do několika skupin a dále s nimi pracovat jako s celky.

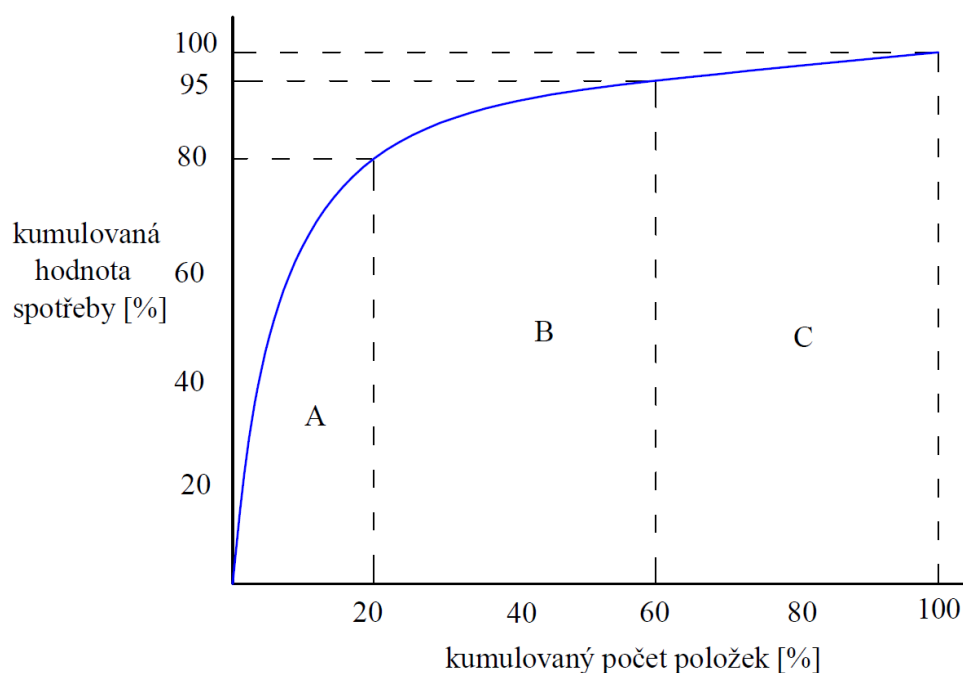
Jednou z analýz, zabývajících se rozdělením zásob, je analýza ABC, vycházející z tzv. Paretova pravidla<sup>2</sup>. Princip analýzy tkví v tom, že dojde k rozdělení sortimentu do tří celků A, B a C sestupně podle hodnoty sledovaného statistického znaku (např. seřazení dle prodeje) ve sledovaném období (z důvodů eliminace sezónní poptávky a změn výrobní strategie

<sup>2</sup> Paretovo pravidlo (též pravidlo 80/20) je založeno na předpokladu, že 80 % důsledků (např. zisk, počet zmetků) pramení z 20 % příčin (např. produkty, celková výroba). V případě zásob vyjadřuje, že malá část sortimentu zajišťuje většinu hodnoty spotřeby.

podniku je doporučená délka období 12–24 měsíců). Kdy každé kategorii výrobků přísluší určitý stupeň důležitosti:

- Kategorie A – zahrnuje velmi důležité položky zásob, tvořící cirká 80 % prodeje nebo spotřeby. Sortiment kategorie A je nutné mít na skladě nepřetržitě k dispozici. Protože představují značnou část zásob a váží na sebe velký objem kapitálu, je žádoucí je dodávat častěji a po menších dávkách a tím minimalizovat riziko.
- Kategorie B – reprezentuje středně důležité položky zásob, které mají zhruba 15% podíl na prodeji nebo spotřebě. Dodávky jsou ve srovnání s kategorií A větší a méně časté. Taktéž pojistná zásoba je větší než v případě výrobků kategorie A.
- Kategorie C – zahrnuje málo důležité položky, podílející se na prodeji zbylými 5 %. Co se ale počtu týče, jde o nejpočetnější kategorii, do které spadá běžný spotřební materiál (např. kancelářské potřeby). Pojistná zásoba se stanovuje vyšší, aby nemuselo docházet k častým dodávkám a materiál byl vždy dostupný na skladě. Množství, ve kterých probíhají dodávky, se z pravidla řídí průměrnou spotřebou v uplynulých sledovaných obdobích.

Členění na 3 kategorie není nutností. Mnohdy se objevuje i kategorie D, která zahrnuje položky s nulovým prodejem, které je v plánu odepsat. Jednotlivé kategorie a jejich podíl na prodeji a zásobách lze jednoduše graficky vyjádřit Lorenzovou křivkou, viz obr. 7.

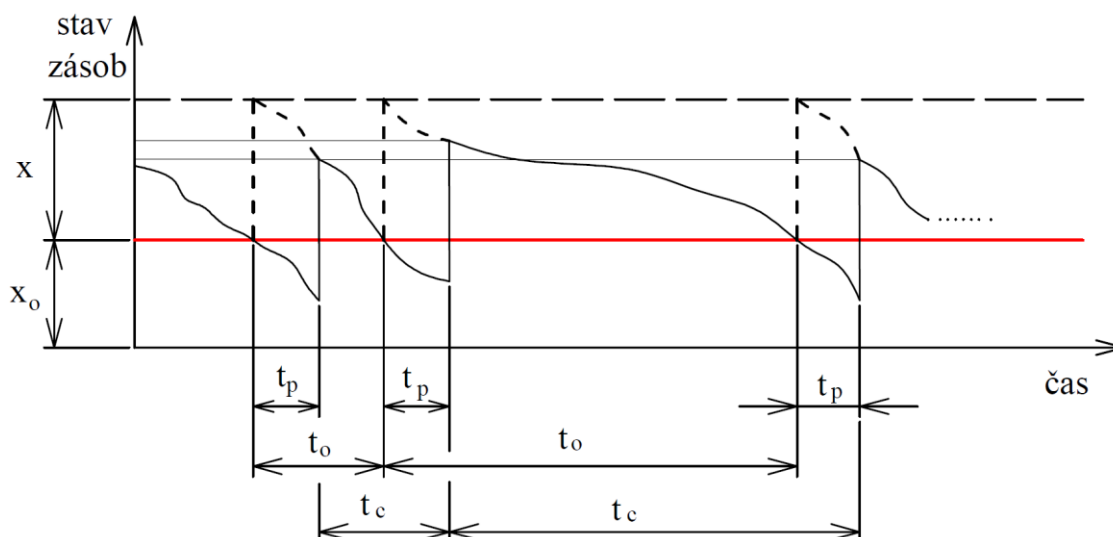


Obr. 7 Lorenzova křivka [11]

### 1.4.3 Q–systém řízení zásob [11]

Systém pracující s pevně danou velikostí objednávek a dodávek a výkyvy ve spotřebě srovnává proměnlivou frekvencí objednávek. Je stanoveno signální množství zásoby, při jehož dosažení se zrealizuje nová objednávka. Princip fungování metody je zobrazen na obr. 8.

Q–systém je vhodný v případě rovnoměrných poptávek pro dražší a důležitější sortiment zásob, kterých nesmí být deficit.



Kde:  $t_o$  je objednávací cyklus.

Obr. 8 Princip Q-systému řízení zásob [11]

#### 1.4.4 P-systém řízení zásob [11]

Princip systému je v dodávkách o různé velikosti v pevně daných časových intervalech. Velikost objednávek se určí jako:

$$x = (t_p + t_k) \times \bar{p} + x_p - x_d \quad (1-4)$$

kde:  $(t_p + t_k)$  je interval nejistoty

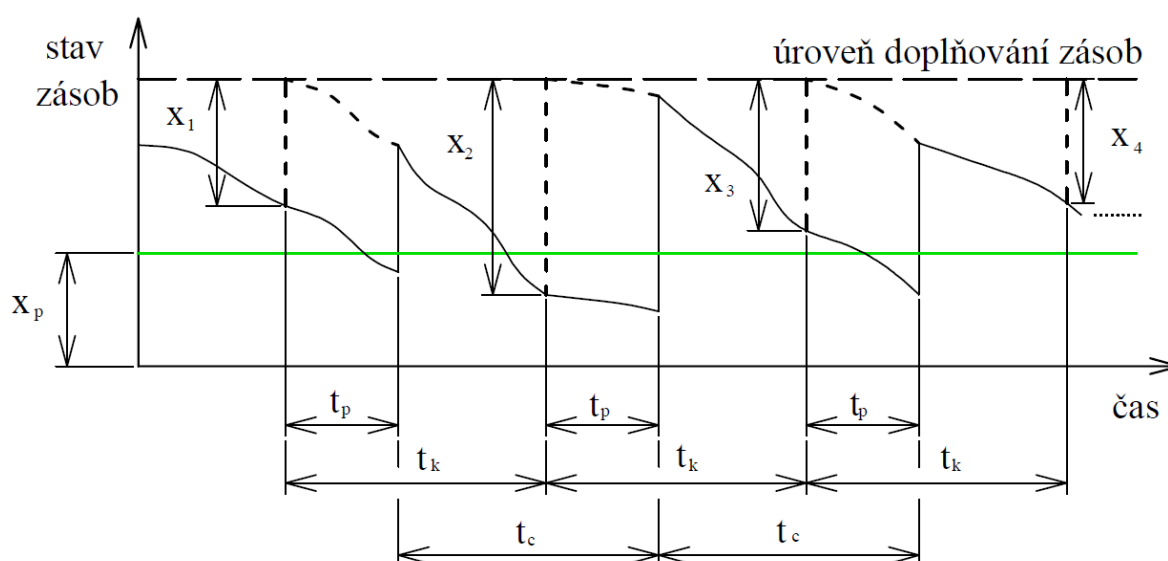
$t_k$  je délka objednacích termínů

$\bar{p}$  je očekávaná spotřeba

$x_p$  je pojistná zásoba

$x_d$  je dispoziční zásoba

P-systém je vhodný zejména v případě, kdy podnik nakupuje větší počet důležitých položek od jednoho dodavatele. Princip systému je zobrazen na obrázku 9.



Obr. 9 Princip P-systému řízení výroby [11]

## 1.5 Manipulace s materiálem [2], [14]

Manipulace s materiálem se dá shrnout jako soubor operací, zahrnující převážně přemísťování, ale i balení, vážení, měření pomocí prostředků předem k tomu určených. Z důvodu rozsáhlosti tématu bude tato podkapitola výrazně omezena na přehled manipulačních prostředků, sloužících k manipulaci s plechy, neboť na ně bude zaměřen vlastní propočet skladu.

### 1.5.2 Nízkozdvižné a vysoko zdvižné vozíky [2], [15], [16], [17]

Základním a nejrozšířenějším prostředkem jsou právě NZV, resp. VZV, sloužící převážně pro vertikální, resp. horizontální manipulaci. Představují poměrně jednoduchý, levný a rychlý způsob dopravy materiálu ve skladu. Dle způsobu pohonu se dají rozdělit do tří kategorií:

- Ruční nízkozdvižný vozík – také paletový vozík, je tím nejzákladnějším prostředkem, určeným pro ruční přepravu lehkých a středně těžkých nákladů. Zdvih je ovládán hydraulicky pomocí oje, kterou se řídí i samotný vozík. Převážně jsou konstruovány na přepravu klasických Europalet s nosností až 3 tun a zdvihem do 0,7 m.
- Elektrický nízkozdvižný vozík – pohon i hydraulické čerpadlo jsou poháněny elektromotorem, jehož zdrojem jsou akumulátory. Nosnost zařízení je až 3,5 tuny a zdvih až 0,65 m.
- Vysoko zdvižný vozík (obr. 10) – od nízkozdvižného vozíku se liší tím, že slouží jak pro vertikální, tak pro horizontální manipulaci. Nosnost může převyšovat až 10 tun a zdvih dosahuje, u speciálních typů – tzv. retraků, až 13 m. Pohon je zajištěn spalovacím motorem nebo elektromotorem. Variabilita vidlic a příslušenství umožňuje manipulaci s mnoha typy materiálů.



*Vlevo – VZV s hybridním pohonem; vpravo – retrak*

*Obr. 10 Vysoko zdvižné vozíky [16], [17]*

### 1.5.3 Jeřáby [2], [18], [19], [20], [21], [22], [23]

Jeřáb je neocenitelným přepravním prostředkem v případě manipulace s těžkými nebo rozměrnými břemeny, kterými jsou zpravidla svazky plechů, odlitky nebo dlouhý tyčový materiál. Obrovskou výhodou jeřábů je minimální potřebná podlahová plocha k provozu, rozmanitost typů příslušenství a v některých případech možnost vysokého stupně automatizace. Nevýhodou je vyšší pořizovací cena a případné nutné stavební úpravy, není-li



na jeřáb sklad dimenzován svojí výškou. Nicméně ne všechny jeřáby se musí nutně pohybovat těsně pod stropem haly.

Právě podle konstrukce se dají halové jeřáby rozdělit do několika skupin:

- Otočné sloupové a konzolové – přesně tyto typy jsou nejvhodnější do míst, kde by bylo velmi nákladné nebo prostorově nemožné užití klasických jeřábů. Otočný sloupový jeřáb, zobrazený na obrázku 11, se upevňuje na podlahu pomocí roznášecí desky. Konzolový, zobrazený na obrázku 11, se přichycuje k ocelovým nebo železobetonovým sloupům haly, případně na připravenou konstrukci nebo přímo na stroje. Nosnost se pohybuje do 10 tun, délka ramene je až 10,5 m. Úhel rotace záleží na konstrukci. V případě sloupového je 360° a až 270° v případě konzolového.
- Mostové – jeřáby zavěšené pod střechou haly, vyráběné ve třech provedeních. Jednonosníkové, dvounosníkové (viz obr. 11) a podvěsné. Hlavní část tvoří jeřábový most umístěný mezi dva pojezdové příčníky, které jsou položeny zpravidla na nosných sloupech. Most je opatřen kočkou s kladkostrojem a zdvihadlem, umožňující manipulaci s břemeny. Nosnost mostových jeřábů se pohybuje od několika desítek kilogramů po 165 tun, rozpětí je až 50 m a výška zdvihu až 120 m.
- Portálové – od mostových se liší tím, že mají místo nosných sloupů ocelovou konstrukci, buď pevně spojenou se zemí, nebo pohybující se po kolejnicích (viz obr. 11). Díky své konstrukci jsou vhodné na venkovní použití nebo tam, kde není vhodná hala na jeřáb mostový. Zhotovení konstrukce se podepisuje na nosnosti, která dosahuje ve srovnání s mostovými jeřáby „pouze“ 80 tun.



*Nahoře: vlevo – sloupový jeřáb; vpravo – otočný konzolový jeřáb  
Dole: vlevo – dvounosníkový mostový jeřáb; vpravo – dvounosníkový portálový jeřáb.*

Obr. 11 Druhy jeřábů [20], [21], [22], [23]

## 1.6 Skladování plechů [24], [25]

Vhodným výběrem způsobu skladování lze docílit efektivního využití prostoru skladu. Nejčastěji se plechy skladují:

- Na paletách nebo hranolech ve stozích na zemi – jde o nejjednodušší způsob, nicméně v případě skladování velkého počtu plechů o různých tloušťkách a malých objemech je velmi náročný na plochu a využití prostor převážně ve vertikálním směru není efektivní.
- V konzolových a kazetových regálech – skladování v regálech je obzvláště výhodné, je-li zpracováváno mnoho rozdílných formátů a jakostí plechů v malých množstvích, které by nebylo možné uskladnit na zemi.
- Svitky plechů se zpravidla skladují volně ložené na paletách nebo v trnových regálech zobrazených na obrázku 12. Pro manipulaci se svitky v trnových regálech je nutné mít speciální příslušenství v podobě C-háku pro jeřáb nebo nosného trnu pro vysokozdvizný vozík.

Nejlépeších výsledků se dá dosáhnout kombinací skladování jak na zemi, tak v regále. Optimální řešení je závislé na množství a skladbě zpracovaného materiálu.

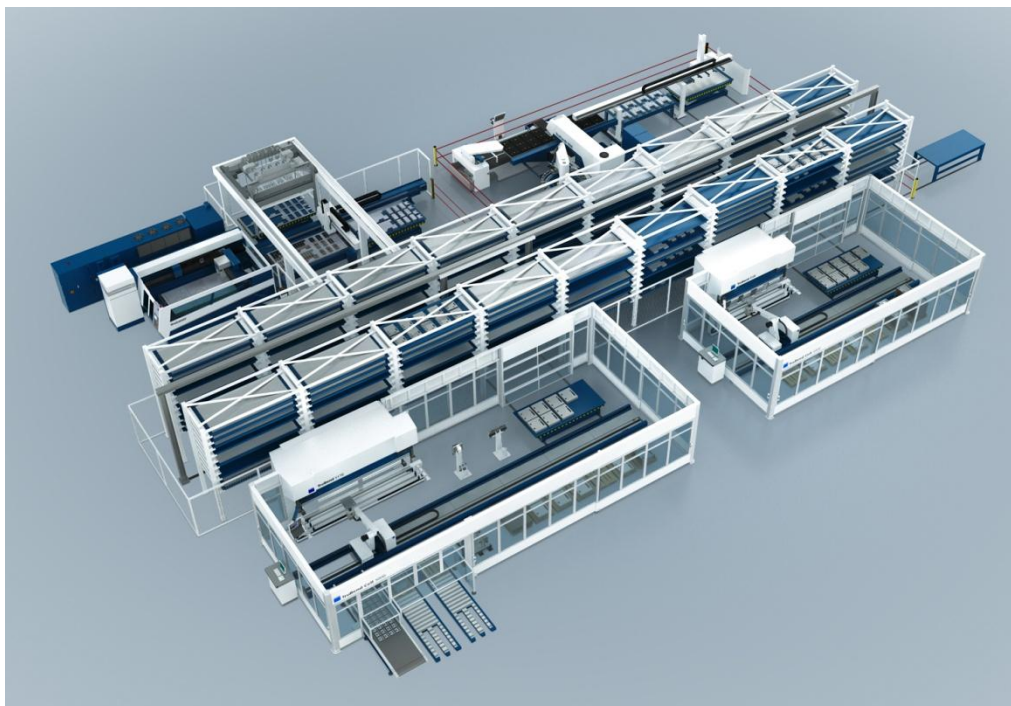


Obr. 12 Regál MOBIKANT [24]

S rozvojem automatizace provozu a výroby došlo ke zvýšení efektivity a flexibility při zachování vysoké kvality. Možnost nepřetržité výroby přes noc nebo dokonce přes víkend se v dnešní době stává nutností, chce-li být firma špičkou ve svém oboru. I přes enormní pořizovací náklady se plně automatická linka vyplatí.

Mezi světovou špičku, zabývající se automatickým skladováním a zpracováním plechů, se řadí společnost TRUMPF. Kromě automatizované výroby společnost nabízí také automatizované sklady a to ve dvou provedeních. Kompaktní sklad TruStore, zobrazený na obrázku 13 a velkoskladový systém STOPA, zobrazený na obrázku 14.





Obr. 13 Kompaktní sklad TruStore a automatická linka TRUMPF [25]



Obr. 14 Univerzální sklad STOPA od společnosti TRUMPF [25]

## 2 NÁVRH A KAPACITNÍ PROPOČET SKLADU [26]

Výpočet vstupního skladu plechů bude realizován s daty, která mi poskytla společnost ZAPE Opatovice spol. s r.o. Budou navrženy 2 varianty skladu podle manipulace s materiálem: varianta A – manipulace VZV a varianta B – manipulace mostovým jeřábem. Obě varianty budou následně technicky vyhodnoceny a bude stanovena ekonomická návratnost investice do jeřábu.

ZAPE Opatovice spol. s r.o. působí na českém trhu již od roku 1993. Mezi její hlavní činnosti patří tváření, ohraňování, pálení laserem a vysekávání na CNC strojích, zámečnická výroba a svařování.

Firma je vybavena moderními stroji na zpracování plechů značky TRUMPF, viz obr. 15. Celkově působí na 3400 m<sup>2</sup>, z čehož sklad, který je zobrazen na obrázku 16, zabírá přibližně 400 m<sup>2</sup>. Celková roční spotřeba materiálu činí přibližně 2500 tun, předpokládaný nárůst spotřeby pro následující rok je jen 5 %, neboť se firma chce zaměřit na rozšíření a zlepšení poskytovaných služeb a ne na objem výroby. Formáty zpracovávaných plechů jsou standardní 1000x2000, 1250x2500 a 1500x3000 milimetrů o tloušťkách 0,8–20 mm, s procentuálním zastoupením: 70 % tloušťky 0,8–3 mm, 20 % 4–8 mm a 10 % 10–20 mm. Přibližné jakostní složení materiálu vyjádřené v procentech: 50 % černé plechy (ocel třídy 11), 40 % plechy pozinkované, 5 % nerez a 5 % hliník. Manipulace je zajištěna dvěma zaměstnanci a vysokozdvížnými vozíky. Nosnost podlahy výrobních hal je 5000 kg/m<sup>2</sup>.



Obr. 15 Vysekávací stroje značky TRUMPF ve společnosti ZAPE





Obr. 16 Sklad plechů ve společnosti ZAPE

## 2.1 Hrubý propočet [14], [27], [28], [29], [30]

Shrnutí vstupních dat:

- roční spotřeba – 2500 tun,
- předpokládaný nárůst spotřeby – 5 %,
- zpracovávaný materiál – ocel třídy 11, plech pozinkovaný, nerez, hliník,
- formáty plechů – 1000x2000 mm; 1250x2500 mm; 1500x3000 mm,
- velikost skladu – 410 m<sup>2</sup>, šířka lodi haly 8,2 m, nosnost podlahy 5000 kg/m<sup>2</sup>,
- zaměstnanců na manipulaci vysokozdvížným vozíkem – 2 na každé směně,
- dodávkový cyklus nového materiálu – pro ocel třídy 11 a pozinkovaný plech 2 dny, pro nerez a hliník 6 dní,
- pojistná zásoba – pro ocel třídy 11 a pozinkovaný plech 6 dní, pro nerez a hliník 5 dní,
- technologická zásoba – 2 dny,
- pracovních dnů v roce – 250,
- rozdělení materiálu dle jakosti a tloušťky v tabulkách 2 a 3.

Tab. 2 Rozdělení materiálu dle jakosti.

Materiál	Procentuální zastoupení
<b>Plechů černé (ocel třídy 11)</b>	50 %
<b>Plech pozinkovaný</b>	40 %
<b>Plech nerezový</b>	5 %
<b>Plech hliníkový</b>	5 %

Tab. 3 Rozdělení spotřebovaného materiálu dle tloušťky.

Tloušťka plechu	Procentuální zastoupení
0,8–3 mm	70 %
4–8 mm	20 %
10–20 mm	10 %

#### Předpokládaný objem materiálu pro rok 2016

$$Q = Q_p \times Y = 2500 \times 1,05 = 2625 \text{ t} \quad [\text{t}] \text{ (2-1)}$$

kde:  $Q_p$  je objem materiálu zpracovaného v roce 2015 [t]

$Y$  je předpokládané navýšení objemu materiálu v roce 2016

#### Rozdělení roční spotřeby dle jakosti

$$Q_i = Q \times Z \quad [\text{t}] \text{ (2-2)}$$

kde:  $Q_i$  je roční spotřeba dané jakosti materiálu [t]

$Z$  je procentuální zastoupení dané jakosti v celkovém objemu z tab. 2

Ocel třídy 11:  $Q_{11} = 2625 \times 0,5 = 1312,5 \text{ t}$

Plech pozinkovaný:  $Q_{pozink} = 2625 \times 0,4 = 1050 \text{ t}$

Nerez:  $Q_{nerez} = 2625 \times 0,05 = 131,25 \text{ t}$

Hliník:  $Q_{hlinik} = 2625 \times 0,05 = 131,25 \text{ t}$

Vzhledem k rozmanitosti materiálů dostupných na trhu, a také vzhledem k tomu, že firma přesně nesleduje spotřebované plechy, bude návrh realizován pouze s vybranými kombinacemi tloušťka-formát, zaznamenanými v tabulce 4. V tabulce jsou také základní fyzikální vlastnosti.

Tab. 4 Fyzikální vlastnosti plechů a jejich formáty [29].

Jakost	Formát [mm]	Tloušťka [mm]	Objem $\cdot 10^{-3} [\text{m}^3]$	Měrná hmotnost $[\text{kg/m}^3]$	Hmotnost [kg/ks]
<b>Třída 11</b>	1250x2500	1,5	4,688	7850	36,8
	1250x2500	2	6,25	7850	49,06
	1500x3000	2,5	11,25	7850	90
	1500x3000	3	13,5	7850	106
	1500x3000	6	27	7850	212
	1500x3000	8	36	7850	282,6
	1500x3000	12	54	7850	423,9
	1000x2000	20	40	7850	314
<b>Pozinkovaný</b>	1250x2500	0,8	2,5	7850	19,6
	1250x2500	1,5	4,688	7850	36,8
	1250x2500	2	6,25	7850	49,06
	1250x2500	3	9,375	7850	73,6
<b>Nerez</b>	1500x3000	1	4,5	8000	36

Jakost	Formát [mm]	Tloušťka [mm]	Objem *10 <sup>-3</sup> [m <sup>3</sup> ]	Měrná hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]	Hmotnost [kg/ks]
Nerez	1250x2500	2	6,25	8000	50
Hliník	1250x2500	1,5	4,688	2700	12,7
	1500x3000	2	9	2700	24,3

### Průměrná denní spotřeba dle jakosti

$$q_i = \frac{Q_i}{D_{rok}} \quad [\text{t/den}] \quad (2-3)$$

kde:  $D_{rok}$  je počet pracovních dní v roce

$q_i$  je denní spotřeba dané jakosti materiálu

Ocel třídy 11:  $q_{11} = \frac{1312,5}{250} = 5,25 \text{ t/den}$

Plech pozinkovaný:  $q_{pozink} = \frac{1050}{250} = 4,2 \text{ t/den}$

Nerez:  $q_{nerez} = \frac{131,25}{250} = 0,525 \text{ t/den}$

Hliník:  $q_{hliník} = \frac{131,25}{250} = 0,525 \text{ t/den}$

### Určení skladovaného množství

Skladované množství materiálu nezávisí pouze na dodávkovém cyklu a pojistné a technologické zásobě. Závisí také na skladové strategii podniku a používaných technologiích. Pojistná zásoba je zásoba na dobu, po kterou dokáže podnik vyrábět v případě zpoždění dodávky. Technologická zásoba je zásoba eliminující manipulační časové ztráty, např. při meziobjektové manipulaci.

$$Q_j = \left(\frac{c}{2} + p_z + t_z\right) \times q_i \quad [\text{t}] \quad (2-4)$$

kde:  $c$  je dodávkový cyklus nového materiálu [den]

$p_z$  je pojistná zásoba [den]

$t_z$  je technologická zásoba [den]

Ocel třídy 11:  $Q_{11SKL} = \left(\frac{2}{2} + 6 + 2\right) \times 5,25 = 47,25 \cong 48 \text{ t}$

Plech pozinkovaný:  $Q_{pozinkSKL} = \left(\frac{2}{2} + 6 + 2\right) \times 4,2 = 37,8 \cong 38 \text{ t}$

Nerez:  $Q_{nerezSKL} = \left(\frac{6}{2} + 5 + 2\right) \times 0,525 = 5,25 \cong 6 \text{ t}$

Hliník:  $Q_{hliníkSKL} = \left(\frac{6}{2} + 5 + 2\right) \times 0,525 = 5,25 \cong 6 \text{ t}$

Vzhledem k častým dodávkám nového materiálu jsou skladové zásoby poměrně malé.

Z dílčích hmotností je nutné určit zastoupení jednotlivých plechů o daných tloušťkách. Předpokladem je rovnoměrná spotřeba materiálu dané jakosti.

$$SZ_{a-b-\text{materiál}} = Q_j \times A_{\%} \quad [\text{t}] \quad (2-5)$$

kde:  $SZ_{a-b-\text{materiál}}$  je skladová zásoba dané jakosti plechu tloušťky od a do b [t]

$A_{\%}$  je procentuální zastoupení dané tloušťky plechu ve výrobě

$$m_{tX-\text{materiál}} = \frac{SZ_{a-b-\text{materiál}}}{B} \quad [\text{t}] \quad (2-6)$$

kde:  $m_{tX-\text{materiál}}$  je hmotnost skladovaných plechů o dané tloušťce a jakosti [t]  
 $B$  je celkový počet tloušťek v intervalu  $< a; b >$  mm

Ocel třídy 11:  $SZ_{0,8-3-11} = 48 \times 0,7 = 33,6 \cong 36 \text{ t}$

$$m_{t1,5-11} = \frac{36}{4} = 9 \text{ t}$$

$$m_{t2-11} = \frac{36}{4} = 9 \text{ t}$$

$$m_{t2,5-11} = \frac{36}{4} = 9 \text{ t}$$

$$m_{t3-11} = \frac{36}{4} = 9 \text{ t}$$

$$SZ_{4-8-11} = 48 \times 0,2 = 9,6 \cong 10 \text{ t}$$

$$m_{t6-11} = \frac{10}{2} = 5 \text{ t}$$

$$m_{t8-11} = \frac{10}{2} = 5 \text{ t}$$

$$SZ_{10-20-11} = 48 \times 0,1 = 4,8 \cong 6 \text{ t}$$

$$m_{t12-11} = \frac{6}{2} = 3 \text{ t}$$

$$m_{t20-11} = \frac{6}{2} = 3 \text{ t}$$

Plech pozinkovaný:  $SZ_{0,8-3-\text{pozink}} = 38 \cong 40 \text{ t}$

$$m_{t0,8-\text{pozink}} = \frac{40}{4} = 10 \text{ t}$$

$$m_{t1,5-\text{pozink}} = \frac{40}{4} = 10 \text{ t}$$

$$m_{t2-\text{pozink}} = \frac{40}{4} = 10 \text{ t}$$

$$m_{t3-\text{pozink}} = \frac{40}{4} = 10 \text{ t}$$

Nerez:  $SZ_{0,8-3-\text{nerez}} = 6 \text{ t}$

$$m_{t1-\text{nerez}} = \frac{6}{2} = 3 \text{ t}$$

$$m_{t2-\text{nerez}} = \frac{6}{2} = 3 \text{ t}$$

Hliník:  $SZ_{0,8-3-\text{hliník}} = 6 \text{ t}$

$$m_{t1-\text{hliník}} = \frac{6}{2} = 3 \text{ t}$$

$$m_{t2-\text{hliník}} = \frac{6}{2} = 3 \text{ t}$$

Všechny dílčí hmotnosti byly zaokrouhleny na nejbližší vyšší násobek jedné manipulační jednotky. Manipulační jednotkou rozumíme jeden nebo více kusů materiálu (nebaleného i baleného, loženého volně nebo na přepravním prostředku, apod.), které tvoří jednotku schopnou manipulace bez dalších úprav. V tomto případě je manipulační jednotkou *svazek* plechů o hmotnosti 1000 kilogramů.

Z výpočtu plyne, že na skladě bude oceli tř. 11 o tloušťkách 1,5; 2; 2,5 a 3 mm po 9 tunách, po 5 tunách tloušťky 6 a 8 mm, po 3 tunách tloušťky 12 a 20 mm. Pozinkovaného plechu o tloušťkách 0,8; 1,5; 2 a 3 mm bude uskladněno po 10 tunách. Nerezu i hliníku o tloušťce 1 a 2 mm bude na skladě po 3 tunách. Celková hmotnost uskladněného materiálu je 104 tun. Počty svazků, kusů plechů na paletě a stohů jsou uvedeny v tabulce 5.

Tab. 5 Přehled počtu svazků a stohů.

Materiál	Tloušťka [mm]	Hmotnost svazku [t]	Kusů na 1 paletě [ks]	Výška bez palety [mm]	Počet svazků ve skladu	Svazků na sobě	Počet stohů
<b>Třída 11</b>	1,5	1	28	42	9	5	2
	2	1	21	42	9	5	2
	2,5	1	12	30	9	5	2
	3	1	10	30	9	5	2
	6	1	5	30	5	5	1
	8	1	4	32	5	5	1
	12	1	3	36	3	5	1
	20	1	3	60	3	5	1
<b>Pozinkovaný</b>	0,8	1	52	42	10	5	2
	1,5	1	28	42	10	5	2
	2	1	21	42	10	5	2
	3	1	14	42	10	5	2
<b>Nerez</b>	1	1	30	30	3	5	1
	2	1	20	40	3	5	1
<b>Hliník</b>	1,5	1	80	120	3	5	1
	2	1	41	82	3	5	1
<b>CELKEM</b>	–	–	–	–	104	–	24

Počet svazků umístěných na sobě je dán nosností podlahy a palet, což znamená 5 tun v jednom stohu. Manipulační jednotka je totožná jak pro manipulaci vysokozdvížným vozíkem, tak pro manipulaci mostovým jeřábem.

## 2.2 Varianta A – manipulace VZV [31], [32]

První návrh je realizován pro manipulaci vysokozdvížným vozíkem. Plechy jsou stohovány na zemi na europaletách nebo hranolech. Manipulačním prostředkem je tříkolový vysokozdvížný vozík JUNGHEINRICH EFG 218 k, zobrazený na obr. 17. Nejdůležitější parametry vozíku jsou vypsány v tabulce 6.

Tab. 6 Parametry VZV[31].

Parametr	EFG 218k
Nosnost [kg]	1800
Rozvor [mm]	1357
Vlastní hmotnost [kg]	3240
Zdvih [mm]	3000
Celková délka [mm]	3145
Celková šířka [mm]	1060
Min. šířka uličky [mm]	3340
Poloměr otáčení [mm]	1550
Max. rychlost [km/h]	16
Pohon	elektrický
Výkon [kW]	4,5



Obr. 17 JUNGHEINRICH EFG 218 k [31]

Manipulace probíhá s celými manipulačními jednotkami, to znamená s 1000 kg. Aby nedošlo ke ztrátě stability svazku, je nutné dodržet maximální výšku svazku 300 mm. Z tabulky 5 plyne, že svazky všech materiálů a tloušťek tuto podmínku splňují.

### 2.2.1 Půdorysný návrh řešení

Při návrhu dispozičního řešení je nutné vycházet z již postaveného skladu o daných rozměrech a také z parametrů manipulačního prostředku. Vnitřní rozměry skladu jsou 8,2 m x 50 m, výška je 4 m. Šířka cesty potřebná k manipulaci vybraným vysokozdvizným vozíkem je 3,5 m, cesta je vedená středem haly. Po obou stranách cesty jsou skladovací prostory.

Vlevo od cesty jsou uskladněny stohy plechů, seřazeny tak, aby byly směrem k výrobním prostorám ty s největší spotřebou. Vzhledem k rozměrům jsou stohy otočeny dlouhou stranou rovnoběžně s uličkou. Mezi jednotlivými stohy jsou mezery 150 mm po obou stranách pro snadnější manipulaci. Zhruba uprostřed se nachází volný užitný prostor, sloužící pro organizační změny. Volný prostor sloužící k uskladnění nového materiálu je také na konci levé části.

Vpravo od dopravní cesty se nachází dvě stanice na nabíjení vozíku, rezervní prostor pro příjem nového materiálu, tři stohy plechů a konzolové regály na plechy o malém množství, které by bylo nevhodné skladovat na zemi.

Vykládání materiálu z nákladního automobilu bude probíhat v zóně příjmu materiálu vysokozdvizným vozíkem, vybaveným dlouhými vidlemi, ze strany vozu.

Půdorysný plán je podrobně ilustrován přílohou 1.

### 2.3 Varianta B – manipulace mostovým jeřábem [33], [34]

Druhý návrh je realizován pro manipulaci mostovým jeřábem, umístěným pod střechou skladovací haly. Dopravním prostředkem je jednonosníkový jeřáb DEMAG EKKE s parametry vypsány v tabulce 7. Jeřáb je vybavený hydraulickými kleštěmi na svazky plechů, zobrazenými na obrázku 18. Manipulace probíhá podobně jako v předchozím případě s celou manipulační jednotkou. Avšak v případě potřeby je možné přemísťovat i těžší břemena, vzhledem k nosnosti jeřábu i kleští, což bude praktické hlavně při vykládání nákladních automobilů.

Tab. 7 Parametry jeřábu a kleští [33], [34].

Parametry	Jeřáb	Kleště
Nosnost[kg]	6300	5000
Rozpětí [m]	8,6	–
Délka [m]	65	–
Max. rychlost pojezdu jeřábu [m/min]	40	–
Max. rychlost pojezdu kočky [m/min]	30	–
Max. rychlost zdvihu [m/min]	12,5	–
Pohyb v osách	3	–



Obr. 18 Hydraulické kleště [34]



Kleště jsou složeny z několika částí – domku kleští, ramen kleští, nosných patek, horního závěsu a adaptéru pro transport svazků plechů. Adaptéry mají teleskopicky výsuvná ramena, což dovoluje jejich délku přizpůsobit přepravovanému materiálu. Je možné je opatřit točnou, umožňující rotaci kole svislé osy v rozmezí 0–355 ° a otočnými patkami, minimalizující potřebný manipulační prostor.

Svazky plechů je vhodné transportovat tak, aby se těžiště nacházelo v ose horního závěsu. Nicméně transport je možný i při excentrickém zatížení, jen je nutné dodržet pravidlo maximálního náklonu 5 °.

Manipulace hydraulickými kleštěmi je zvolena z důvodu nemagnetičnosti nerez a hliníku, složitosti při použití svorek nebo háků a nedůvěry vakuovým přísavkám při manipulaci se svazky. Vakuové přísavky jsou používány při manipulaci sloupovými jeřáby s jednotlivými plechy u laserů a vysekávaček.

### **2.3.1 Půdorysný návrh řešení**

Při návrhu dispozičního řešení skladu je nutné vycházet z již postaveného skladu o vnitřních rozměrech 8,2 m šířky a 50 m délky. Je také nutné provést několik stavebních úprav haly, aby bylo možné bezpečně jeřáb používat. Z důvodu vykládky nákladních automobilů, parkujících uvnitř haly, je nezbytné zvednout střechu skladu z původních 4 m na min. 6,5 m. Další neodkladnou stavební úpravou je umístění nosných sloupů o rozměrech 0,5x0,5 m s rozestupem 5 m, po obvodu skladu. Nosné sloupy se musí umístit také do výrobní haly, neboť do ní jeřáb pokračuje. Posledním zásahem do konstrukce je výměna vrat za takové, které mají výšku min. 4 m, aby byl zaručen bezpečný průjezd nákladního automobilu.

Sklad je rozdělen na tři části. V prvním úseku probíhá vykládka nákladního automobilu a to způsobem, že celý zaparkuje uvnitř haly. Při nepříznivém počasí je možné zavřít vjezdová vrata a chránit tak materiál i pracovníky. Kolem vyhrazeného stání pro nákladní automobil je cesta široká 1 m, zaručující bezproblémový pohyb. Po obou stranách vyhrazeného stání je možné skládat svazky všech odebíraných rozměrů. V těchto místech se bude skladovat jediný stoh plechů o rozměrech 1000x2000 mm.

Ve druhé části se nachází hlavní skladovací plocha s uličkami širokými 60 cm, zaručujícími přístup ke stohům minimálně z jedné strany. Skladovaným materiálem v této části jsou pouze plechy o rozměrech 1250x2500 mm, respektive 1500x3000 mm. Maximální kapacita je 20, respektive 16 stohů plechů.

V poslední, třetí, části je umístěno 9 regálů pro jiný, případně zbytkový, materiál, který by bylo nevhodné skladovat na zemi. Manipulace zde probíhá stejným vysokozdvížným vozíkem, jako v případě varianty A.

Podrobný plán skladu je v příloze 2.

Varianta B-II v příloze 3 představuje sklad za daných podmínek v „ideálním“ případě, kdy se nebude zpracovávat jiný materiál, než je uvedený v tabulce 4. Třetí část je nahrazena dalším místem pro stohy, tudíž dochází k eliminaci dopravní plochy, ale i plochy regálové. Jelikož se v tomto případě nepočítá s manipulací vysokozdvížným vozíkem, je nahrazena i nabíjecí stanice.

### 3 TECHNICKÉ A EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Technické zhodnocení je provedeno na základě porovnání poměrů užitných a skladovacích ploch k celkové ploše haly a srovnání vhodnosti používaných manipulačních technik. V ekonomickém zhodnocení je spočítána doba návratnosti investice do jeřábu za daných podmínek.

#### 3.1 Technické zhodnocení

Před samotným srovnáním je nutné plochy klasifikovat do kategorií společných pro obě varianty. Sklad je rozčleněn na plochy:

- Skladovací – zahrnují jak plochy zabrané stohy, tak i volné užité plochy.
- Dopravní – zahrnují jak cestu pro manipulační prostředek, tak cestu pro pohyb osob.
- Regálové
- Jiné – plochy vyhrazené na nabíjení vysokozdvizného vozíku, stání pro nákladní automobil a další nefunkční plochy.

Výsledky jsou pro přehlednost zaznamenány v tabulce 8.

Tab. 8 Podíl ploch ve skladu.

Druh plochy	Varianta A		Varianta B		Varianta B-II	
	[m <sup>2</sup> ]	[%]	[m <sup>2</sup> ]	[%]	[m <sup>2</sup> ]	[%]
<b>Celkem</b>	410	100	410	100	410	100
<b>Skladovací</b>	185	45,15	225,3	55	269,4	65,7
<b>Dopravní</b>	175	42,7	121,5	29,65	99,4	24,3
<b>Regálová</b>	37,5	9,15	13,5	3,3	0	0
<b>Jiná</b>	12,5	3	49,7	12,05	41,2	10

Z tabulky je jasně patrné, že největší problém představují dopravní plochy. Jejich eliminace se podařila v návrhu B-II, ovšem jen za cenu zrušení ploch regálových.

Při použití jeřábu ve variantě B dojde k navýšení skladovací plochy o 21,8 % vzhledem k variantě A (ze 185 m<sup>2</sup> na 225,3 m<sup>2</sup>). Ve variantě B-II dojde k navýšení o 45,6 % (ze 185 m<sup>2</sup> na 269,4 m<sup>2</sup>).

Z půdorysného řešení je zřejmé, že při současné spotřebě je sklad poměrně nevyužitý. V tabulce 9 je spočítána obsazenost skladu a procentuální navýšení výroby, pro které bude sklad ještě dostačující.

Tab. 9 Obsazenost skladu a možné navýšení výroby.

	Varianta A		Varianta B		Varianta B-II	
<b>Skladovací plocha [m<sup>2</sup>]</b>	185		225,3		269,4	
<b>Současná obsazenost [m<sup>2</sup>] [%]</b>	86,25	46,6	86,25	38,3	86,25	32
<b>Navýšení výroby [%]</b>	114,5		161,2		212,35	

Z tabulky jasně plyne, že při současné spotřebě má i varianta A dostatečnou kapacitu.

Jedinou výhodou jeřábu ale není pouze zvětšení skladovací plochy na úkor ploch dopravních. Díky manipulaci hydraulickými kleštěmi dojde k rychlejší vykládce plechů z nákladního automobilu, rychlejšímu přeskládání stohů a celkově snadnější manipulaci převážně s plechy velkých rozměrů. Jeřáb bude také obsluhovat pouze jeden zaměstnanec na každé směně, tudíž dojde k úspoře finančních prostředků.

### 3.2 Ekonomické zhodnocení [33], [34], [35]

Návratnost investice do jeřábu je určena za předpokladů:

- Investice do stavebních úprav střechy a sloupů činí 2 270 000 Kč, nová vrata stojí 97 000 Kč, cena jeřábu je 1 450 000 Kč a cena kleští je 430 000 Kč. Uvedené ceny jsou bez DPH.
- Výroba pracuje na dvousměnný 8 hodinový provoz, na každé směně dojde k úspoře jednoho zaměstnance na manipulaci s materiálem. Týdně jeden zaměstnanec odpracuje 40 hodin.
- Hrubý hodinový plat jednoho zaměstnance je 130 Kč, odvody zaměstnavatele jsou 34 %. Rok má 50 pracovních týdnů.
- Manipulace VZV nemá žádné počáteční náklady.
- Servis, odpisy, provozní náklady ani zvedání mezd se při výpočtu neuvažují.

#### Určení celkové částky:

$$Inv = C_{st} + C_v + C_j + C_k = 2\,270 + 97 + 1\,450 + 430 = 4\,247 \text{ tis. Kč} \quad [\text{tis. Kč}] \quad (3-1)$$

kde:  $Inv$  je proinvestovaná částka [tis. Kč]

$C_{st}$  je cena stavebních úprav [tis. Kč]

$C_v$  je cena nových vrat [tis. Kč]

$C_j$  je cena jeřábu [tis. Kč]

$C_k$  je cena kleští [tis. Kč]

Celková proinvestovaná částka je 4 247 000 Kč.

#### Určení ročních odvodů na jednoho zaměstnance:

$$O_{rok} = HHM \times H_T \times T_r \times O_{\%} = 130 \times 40 \times 50 \times 1,34 = 348\,400 \text{ Kč} \quad [\text{Kč}] \quad (3-2)$$

kde:  $O_{rok}$  jsou celkové odvody na jednoho zaměstnance [Kč]

$HHM$  je hrubá hodinová mzda [Kč/hod]

$H_T$  je počet odpracovaných hodin týdně [hod]

$T_r$  je počet týdnů v uvažovaném roce

$O_{\%}$  jsou odvody zaměstnavatele [%]

Ročně tedy zaměstnavatel na jednoho zaměstnance celkem odvede 348 400 Kč.

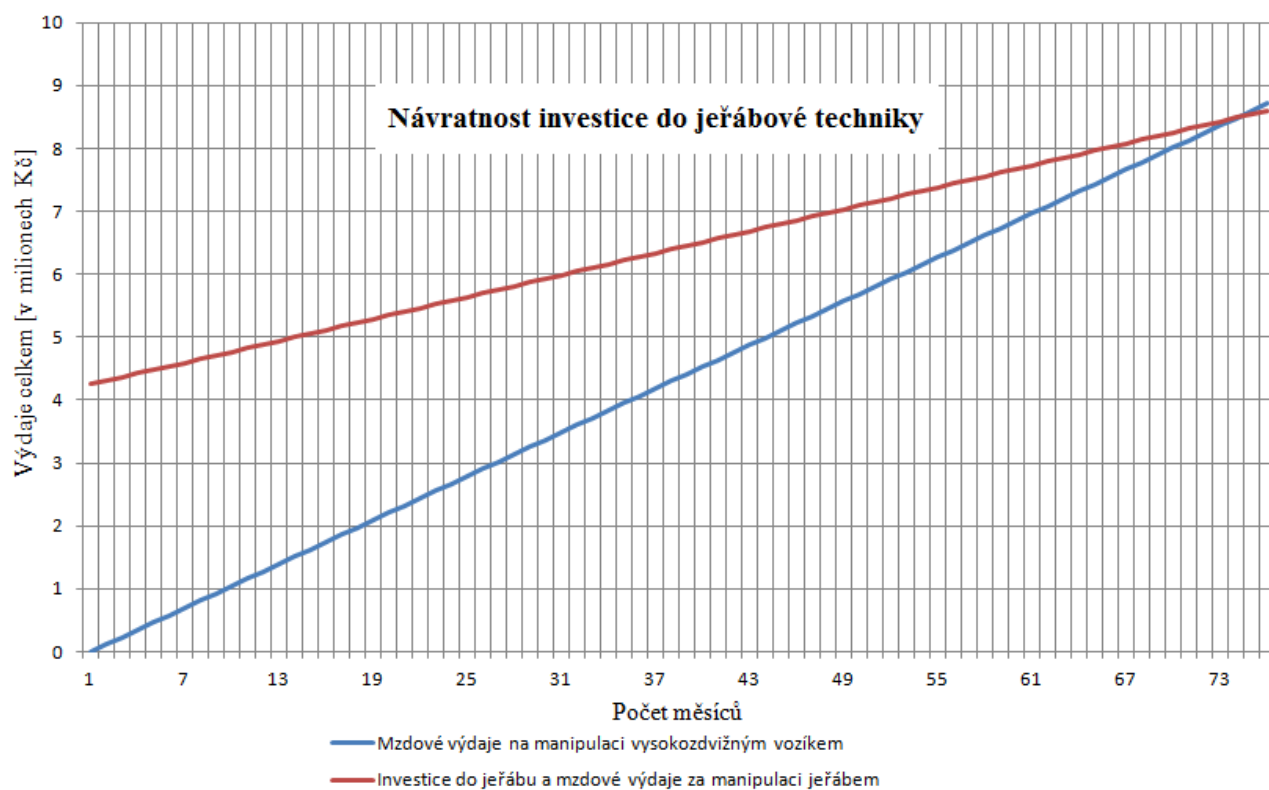
#### Určení návratnosti investice:

$$P_{let} = \frac{Inv}{2 \times O_{rok}} = \frac{4\,247\,000}{2 \times 348\,400} = 6,1 \text{ let} \quad [\text{rok}] \quad (3-3)$$

kde:  $P_{let}$  je počet let návratnosti [rok]

2 je počet ušetřených zaměstnanců

Investice do jeřábu se za daných podmínek vrátí za 6,1 let, což je přibližně 73 měsíců. Průběh návratu investice je vyjádřen v grafu na následující straně.



Obr. 19 Graf návratnosti investice

## 4 ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo navrhnout sklad ve strojírenském podniku. Vlastnímu návrhu předchází rešeršní studie problematiky skladování, zaměřená na popis funkcí skladů a logistických technologií jako jsou Kanban, Just in Time, Quick Response nebo Cross-Docking. Studie pokračuje problematikou zásob a jejich efektivním řízením, přehledem způsobů manipulace s tabulovým materiálem a jeho skladováním.

Návrh vstupního skladu byl realizován s daty, poskytnutými společností ZAPE Opatovice spol. s r.o. Po klasifikaci materiálu byl určen předpokládaný objem zpracovaného materiálu v roce 2016 a roční spotřeba dle jakostí plechů. Z těchto údajů bylo určeno skladované množství jednotlivých jakostí a tloušťek plechů, rozdělených do manipulačních jednotek.

Při návrhu byly uvažovány dvě varianty manipulace s materiálem – manipulace vysokozdvížným vozíkem a mostovým jeřábem, které byly posléze porovnány dle kritéria užité plochy. Následně byla určena časová návratnost do jeřábové techniky za daných podmínek. K práci jsou přiloženy výkresy půdorysného řešení tří variant – jeden pro vysokozdvížný vozík a dva výkresy pro halu s jeřábem.

Při manipulaci jeřábem dochází až k 45,6% nárůstu užité skladovací plochy na úkor dopravních cest a jiných nefunkčních ploch, oproti manipulaci vysokozdvížným vozíkem. Předpokládaná návratnost investice do jeřábové techniky je 73 měsíců. Je otázkou, zda je investice do jeřábu nutná, neboť kapacita skladu varianty A převyšuje současnou spotřebu o 114,5 %. Návratnost 73 měsíců, zapříčiněná stavebními úpravami haly, je poměrně dlouhá doba. Vhodnější bude prostředky investovat do výrobních strojů nebo nových technologií, čímž se zlepší nabízené služby a konkurenceschopnost firmy.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. LAMBERT, Douglas M, James R STOCK a Lisa M ELLRAM. *Logistika: příkladové studie, řízení zásob, přeprava a skladování, balení zboží*. 2. vyd. Brno: CP Books, 2005. Business books (CP Books). ISBN 8025105040.
2. SIXTA, Josef a Václav MAČÁT. *Logistika: teorie a praxe*. Vyd. 1. Brno: CP Books, 2005. Business books (CP Books). ISBN 8025105733.
3. VANĚČEK, Drahoš a Dalibor KALÁB. *Logistika*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 2003. ISBN 8070406526.
4. SCHULTE, Christof. *Logistika*. 1. vyd. Praha: Victoria Publishing, 1994. ISBN 8085605872.
5. TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Řízení výroby a nákupu*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007. Expert (Grada). ISBN 9788024714790.
6. Kanbanový systém ve společnosti TPCA Czech. *Centrum pro Výzkum Informačních Systémů* [online]. [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: <http://cvis.cz/hlavni.php?stranka=novinky/clanek.php&id=218>
7. Just in Time. *CENTRE FOR INDUSTRIAL ENGINEERING* [online]. [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: <http://www.cie-plzen.cz/index.php/cz/lexikon-metod/just-in-time>
8. Spoke–hub distribution paradigm. *Wikipedia* [online]. [cit. 2016-05-01]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Spoke%E2%80%93hub\\_distribution\\_paradigm](https://en.wikipedia.org/wiki/Spoke%E2%80%93hub_distribution_paradigm)
9. Walmart. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2016-05-07]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Walmart>
10. LOGISTICKÝ SYSTÉM CROSS DOCKING A JEHO KRITÉRIA UPLATNENIA V PODNIKU. In: *Logistickymonitor* [online]. [cit. 2016-05-01]. Dostupné z: <http://www.logistickymonitor.sk/en/images/prispevky/cross-docking.pdf>
11. SIXTA, Josef a Miroslav ŽIŽKA. *Logistika: metody používané pro řešení logistických projektů*. Brno: Computer Press, 2009, 238 s. Praxe manažera (Computer Press). ISBN 9788025125632.
12. Zásoba. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2016-05-07]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Z%C3%A1soba>
13. Paretova (ABC) analýza – mocný nástroj v logistice, marketingu i obchodu. *Business Vize* [online]. [cit. 2016-05-07]. Dostupné z: <http://www.businessvize.cz/rizeni-a-optimalizace/paretova-abc-analyza-mocny-nastroj-v-logistice-marketingu-i-obchodu>
14. HLAVENKA, Bohumil. *Manipulace s materiálem: Systémy a prostředky manipulace s materiálem*. Vyd. 4. Brno: PC-DIR Real, 2000. ISBN 802141698X.
15. Produkty | STILL Česká republika. *Still.cz* [online]. [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: <http://www.still.cz/produkty-cz.0.0.html>
16. První hybridný vozík Toyota. *Transport.sk* [online]. [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: <http://www.transport.sk/spravy/zasielatelstvo-a-logistika/2007-prvy-hybridny-vozik-toyota.html>
17. Retraky Crown. *Transtehnikcs.cz* [online]. [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: <http://www.transtehnikcs.cz/produkty/crown/retraky>

18. *K-technik: Jeřáby a zdvihací technika* [online]. [cit. 2016-05-09]. Dostupné z: <http://www.k-technik.cz/>
19. *Prestar: Manipulační technika* [online]. [cit. 2016-05-09]. Dostupné z: <http://www.prestar-lifting.cz/>
20. *Iteco: Jeřáby a zdvihací technika* [online]. [cit. 2016-05-09]. Dostupné z: <http://www.iteco.cz/>
21. CARLSTAHL: JEŘÁBY CARL STAHL: RYCHLÉ A BEZPEČNÉ ZVEDÁNÍ TĚŽKÝCH BŘEMEN. *Carlstahl-zvedacitechnika.cz* [online]. [cit. 2016-05-09]. Dostupné z: <http://www.carlstahl-zvedacitechnika.cz/jerabova-technika.htm>
22. Nový mostový jeřáb GIGA o nosnosti 120t a rozpětí 41,25m. *Gigasro.cz* [online]. [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: <http://www.gigasro.cz/clanky-byl-predstaven-novy-jerab-giga-o-nosnosti-120t-a-rozpeti-41-25m.html>
23. Konzolové otočné jeřáby. *Jass.cz* [online]. [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: <http://www.jass.cz/konzolove-otocne-jeraby>
24. Mobikant. *Dincalevis.it* [online]. [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: [http://www.dincalevis.it/dati/img/ucxcoils%20\[13%20Mobikant\\_upraveny\].jpg](http://www.dincalevis.it/dati/img/ucxcoils%20[13%20Mobikant_upraveny].jpg)
25. *Obráběcí stroje* [online]. [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <http://www.cz.trumpf.com/cs/produkty/obrabeci-stroje.html>
26. *ZAPE Opatovice* [online]. [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <http://www.zapesro.cz/>
27. LOGISTIKA: Manipulační a přepravní jednotky. *Miras.cz* [online]. [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <http://www.miras.cz/seminarky/logistika/manipulacni-prepravnijednotky.php>
28. Nové europalety. *Euro-palety.com* [online]. [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <http://www.euro-palety.com/nabidka/palety-eur/>
29. HUSTOTA MATERIÁLŮ A LÁTEK. *E-konstrukter.cz* [online]. [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <http://e-konstrukter.cz/prakticka-informace/hustota-materialu-a-latek>
30. HLAVENKA, Bohumil. *Projektování výrobních systémů: Technologické projekty I*. Vyd. 3. Brno: PC-DIR Real, 1999, 197 s. Učební texty vysokých škol. ISBN 8021414723.
31. Jungheinrich: Elektrický vysokozdvizný vozík se třemi koly. *Jungheinrich.cz* [online]. [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <http://www.jungheinrich.cz/produkty/elektricky-vysokozdvizny-vozik/serie-2/>
32. KONZOLOVÉ REGÁLY. *Profiregaly.cz* [online]. [cit. 2016-05-21]. Dostupné z: <http://www.profiregaly.cz/konzolove-regaly>
33. Jednonosníkové mostové jeřáby EKK. *Demagcranes.cz* [online]. [cit. 2016-05-21]. Dostupné z: <http://www.demagcranes.cz/cms/site/cz/lang/cs/page72452.html>
34. HYDRAULICKÉ KLEŠTĚ NA SVAZKY PLECHŮ. *Prestar-lifting.cz* [online]. [cit. 2016-05-21]. Dostupné z: <http://www.prestar-lifting.cz/produkty/dle-zarizeni/kleste-hydraulicke/p-hydraulicke-kleste-na-svazky-plechu>
35. Mzdová kalkulačka: Výpočet čisté mzdy 2016. *Finance.cz* [online]. [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <http://www.finance.cz/dane-a-mzda/kalkulacky-a-aplikace/mzdovy-kalkulator/>

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Symbol	Jednotka	Význam
A	[–]	Bod objednávky
A <sub>%</sub>	[%]	Procentuální zastoupení dané tloušťky plechu ve výrobě
aj.	[–]	A jiné
B	[–]	Celkový počet tlouštěk v intervalu $< a; b >$ mm
c	[den]	Dodávkový cyklus nového materiálu
C <sub>j</sub>	[Kč]	Cena jeřábu
C <sub>k</sub>	[Kč]	Cena kleští
C <sub>st</sub>	[Kč]	Cena stavebních úprav
C <sub>v</sub>	[Kč]	Cena nových vrat
CNC	[–]	Computer Numeric Control
D <sub>rok</sub>	[den]	Počet pracovních dní v roce
DPH	[–]	Daň z přidané hodnoty
H <sub>T</sub>	[hod]	Počet odpracovaných hodin týdně
HHM	[Kč/hod]	Hrubá hodinová mzda
Inv	[Kč]	Proinvestovaná částka
Kč	[–]	Koruna česká
m <sub>tX</sub> –materiál	[t]	Hmotnost skladovaných plechů o dané tloušťce a jakosti
m <sub>t1</sub> –hliník	[t]	Hmotnost hliníkových plechů tloušťky 1 mm
m <sub>t2</sub> –hliník	[t]	Hmotnost hliníkových plechů tloušťky 2 mm
m <sub>t1,5–11</sub>	[t]	Hmotnost plechů třídy 11 tloušťky 1,5 mm
m <sub>t2–11</sub>	[t]	Hmotnost plechů třídy 11 tloušťky 2 mm
m <sub>t2,5–11</sub>	[t]	Hmotnost plechů třídy 11 tloušťky 2,5 mm
m <sub>t3–11</sub>	[t]	Hmotnost plechů třídy 11 tloušťky 3 mm
m <sub>t6–11</sub>	[t]	Hmotnost plechů třídy 11 tloušťky 6 mm
m <sub>t8–11</sub>	[t]	Hmotnost plechů třídy 11 tloušťky 8 mm
m <sub>t12–11</sub>	[t]	Hmotnost plechů třídy 11 tloušťky 12 mm
m <sub>t20–11</sub>	[t]	Hmotnost plechů třídy 11 tloušťky 20 mm
m <sub>t1</sub> –nerez	[t]	Hmotnost nerezových plechů tloušťky 1 mm
m <sub>t2</sub> –nerez	[t]	Hmotnost nerezových plechů tloušťky 2 mm
m <sub>t0,8–pozink</sub>	[t]	Hmotnost pozinkovaných plechů tloušťky 0,8 mm
m <sub>t1,5–pozink</sub>	[t]	Hmotnost pozinkovaných plechů tloušťky 1,5 mm
m <sub>t2–pozink</sub>	[t]	Hmotnost pozinkovaných plechů tloušťky 2 mm
m <sub>t3–pozink</sub>	[t]	Hmotnost pozinkovaných plechů tloušťky 3 mm
mj.	[–]	Mimo jiné
n	[–]	Počet dodávek v daném období
např.	[–]	Například
NZV	[–]	Nízkozdvižný vozík
Obr.	[–]	Obrázek
O <sub>rok</sub>	[Kč]	Celkové odvody na jednoho zaměstnance
O <sub>%</sub>	[%]	Odvody zaměstnavatele



Symbol	Jednotka	Význam
$\bar{p}$	[–]	Interval nejistoty
$P_{\text{let}}$	[rok]	Počet let návratnosti
$p_z$	[den]	Pojistná zásoba
$Q$	[t]	Předpokládaný objem materiálu pro rok 2016
Symbol	Jednotka	Význam
$Q_i$	[t]	Roční spotřeba dané jakosti materiálu
$q_i$	[t/den]	Denní spotřeba dané jakosti materiálu
$Q_j$	[t]	Skladované množství materiálu
$Q_p$	[t]	Objem materiálu zpracovaného v roce 2015
$Q_{11}$	[t]	Roční spotřeba plechů oceli třídy 11
$q_{11}$	[t/den]	Denní spotřeba plechů oceli třídy 11
$Q_{11\text{SKL}}$	[t]	Skladované množství plechů oceli třídy 11
$Q_{\text{hliník}}$	[t]	Roční spotřeba hliníkového plechu
$q_{\text{hliník}}$	[t/den]	Denní spotřeba hliníkových plechů
$Q_{\text{hliníkSKL}}$	[t]	Skladované množství hliníkových plechů
$Q_{\text{nerez}}$	[t]	Roční spotřeba nerezového plechu
$q_{\text{nerez}}$	[t/den]	Denní spotřeba nerezových plechů
$Q_{\text{nerezSKL}}$	[t]	Skladované množství nerezových plechů
$Q_{\text{pozink}}$	[t]	Roční spotřeba pozinkovaného plechu
$q_{\text{pozink}}$	[t/den]	Denní spotřeba pozinkovaných plechů
$Q_{\text{pozinkSKL}}$	[t]	Skladované množství pozinkovaných plechů
resp.	[–]	Respektive
spol. s r.o.	[–]	Společnost s ručením omezeným
$SZ_{a-b-\text{materiál}}$	[t]	Skladová zásoba dané jakosti plechu tloušťky od a do b
$SZ_{0,8-3-\text{hliník}}$	[t]	Skladová zásoba hliníkových tloušťky 0,8–3 mm
$SZ_{0,8-3-\text{nerez}}$	[t]	Skladová zásoba nerezových plechů tloušťky 0,8–3 mm
$SZ_{0,8-3-\text{pozink}}$	[t]	Skladová zásoba pozinkovaných plechů tloušťky 0,8–3 mm
$SZ_{0,8-3-11}$	[t]	Skladová zásoba oceli třídy 11 tloušťky 0,8–3 mm
$SZ_{4-8-11}$	[t]	Skladová zásoba oceli třídy 11 tloušťky 4–8 mm
$SZ_{10-20-11}$	[t]	Skladová zásoba oceli třídy 11 tloušťky 10–20 mm
$T$	[dní]	Délka sledovaného období
Tab.	[–]	Tabulka
tř.	[–]	Třída
tzv.	[–]	Takzvaných
$t_c$	[dní]	Délka dodávkového cyklu
$t_k$	[den]	Délka objednacích termínů
$t_o$	[den]	Objednací cyklus
$t_p$	[dní]	Pojistná zásoba
$(t_p + t_k)$	[t, ks]	Očekávaná spotřeba
$T_r$	[–]	Počet týdnů uvažovaných v daném roce
$t_z$	[den]	Technologická zásoba

Symbol	Jednotka	Význam
VZV	[-]	Vysokozdvíhací vozík
x	[t, ks]	Velikost dodávky
$x_d$	[t, ks]	Dispoziční zásoba
$x_i$	[-]	Velikost jednotlivých dodávek
Symbol	Jednotka	Význam
$x_{max}$	[t, ks]	Maximální zásoby
$x_o$	[t, ks]	Signální stav zásoby
$x_p$	[t, ks]	Pojistná zásoba
$\bar{x}$	[-]	Velikost běžné dodávky
$\bar{x}_b$	[t, ks]	Průměrná obrátová zásoba
$\bar{x}_{bi}$	[-]	Průměrná běžná zásoba
Y	[%]	Předpokládané navýšení objemu materiálu v roce 2016
Z	[%]	Procentuální zastoupení dané jakosti v celkovém objemu
	[Kč/hod]	Korun českých za hodinu
	[kg]	Kilogram
	[kg/ks]	Kilogram na kus
	[kg/m <sup>2</sup> ]	Kilogram na metr čtverečný
	[kg/m <sup>3</sup> ]	Kilogram na metr krychlový
	[km/h]	Kilometr za hodinu
	[ks]	Kus
	[kW]	Kilowatt
	[m]	Metr
	[m <sup>2</sup> ]	Čtverečný metr
	[m <sup>3</sup> ]	Metr krychlový
	[m/min]	Metr za minutu
	[mm]	Milimetr
	[t]	Tuna
	[t/den]	Tuna za den
	[tis. Kč]	Tisíce Korun českých
	[%]	Procento
	[°]	Stupeň

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Číslo obrázku	Název	Zdroj	Strana
1	Základní dělení jednotlivých druhů skladů	[4]	14
2	Příklad Kanban karty	[6]	15
3	Princip technologie Hub and Spoke	[2]	18
4	Schéma toku materiálu v systému Cross–Docking	[2]	19
5	Průběh stavu zásob v čase	[11]	21
6	Průběh stavu zásob v případě předzásobení	[11]	21
7	Lorenzova křivka	[11]	22
8	Princip Q–systému řízení zásob	[11]	23
9	Princip P–systému řízení výroby	[11]	23
10	Vysokozdvížné vozíky	[16][17]	24
11	Druhy jeřábů	[20][21] [22][23]	25
12	Regál MOBIKANT	[24]	26
13	Kompaktní sklad TruStore a automatická linka TRUMPF	[25]	27
14	Univerzální sklad STOPA od společnosti TRUMPF	[25]	27
15	Vysekávací stroje značky TRUMPF ve společnosti ZAPE		28
16	Sklad plechů ve společnosti ZAPE		29
17	JUNGHEINRICH EFG 218 k	[31]	33
18	Hydraulické kleště	[34]	34
19	Graf návratnosti investice		38

## SEZNAM TABULEK

Číslo tabulky	Název	Zdroj	Strana
1	Přínosy technologie JIT.	[2]	17
2	Rozdělení materiálu dle jakosti.		29
3	Rozdělení spotřebovaného materiálu dle tloušťky.		30
4	Fyzikální vlastnosti plechů a jejich formáty.	[29]	30
5	Přehled počtu svazků a stohů.		33
6	Parametry VZV.	[31]	33
7	Parametry jeřábu a kleští.	[33] [34]	34
8	Podíl ploch ve skladu.		36
9	Obsazenost skladu a možné navýšení výroby.		36

## **SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha 1	Varianta A, 2/3B15/V–A
Příloha 2	Varianta B, 2/3B15/V–B
Příloha 3	Varianta B-II, 2/3B15/V–B-II